

Jahrbuch der Naturkunde

Dritter Jahrgang 1905.

KARL PROCHASKA'S
ILLUSTR. JAHRBÜCHER

Von Herm. Berdrow

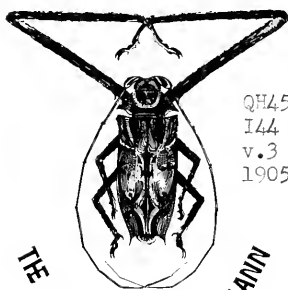


QH45
I44
v. 3
1905

VERLAG UND DRUCK VON KARL PROCHASKA Δ LEIPZIG Δ WIEN Δ TESCHEN

Preis 1 Mk. 50 = 1 K 80

THE D. H. HILL LIBRARY
NORTH CAROLINA STATE COLLEGE



QH45
I44
v.3
1905

THE FRIEDRICH F. TIPPMANN

ENTOMOLOGICAL COLLECTION

30 1002

This book must not be
taken from the Library
building.

»Prochaskas Illustrierte Jahrbücher« bestehen aus folgenden Teilen:

Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. Erscheint alljährlich seit 1901. Die Jahrgänge I—IV kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom V. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. Erscheint alljährlich seit 1900. Die Jahrgänge I—IV kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom V. Jahrgang (Geschichte des Jahres 1904) ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. Erscheint alljährlich seit 1902. Die Jahrgänge I—III kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom IV. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. Erscheint alljährlich seit 1903. Die Jahrgänge I und II kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom III. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Gesundheit. Hieron ist ein Jahrgang erschienen, der broschiert 1 Mark, in Leinwand gebunden 2 Mark kostet.

Auf Wunsch werden auch die früher brosch. erschienenen Bände der »Illustr. Jahrbücher« in dem neuen Halbleinen-Einband zum Preise von 1 Mark 50 der Band geliefert.

Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern liegt der Gedanke zu Grunde, über die Fortschritte der Kultur auf den wichtigsten Gebieten des modernen Lebens alljährlich eine Revue zu geben, die übersichtlich, allgemein verständlich und derart stilistisch gehalten ist, daß ihre Lektüre eine anziehende, geistbildende Unterhaltung genannt werden kann.

Für jung und alt, für alle Gesellschaftskreise gleich geeignet und gleicherweise interressant, sind diese Jahrbücher eine der empfehlenswertesten Ernteerzeugnisse der neueren volkstümlichen Literatur.

Urteile der Presse über Prochaskas Illustrierte Jahrbücher.

Über Land und Meer. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. »Ein glücklicher Gedanke ist hier in gediegener Weise verwirklicht: ein bequemer Überblick über die technischen Fortschritte in Form eines reich illustrierten Jahrbuchs zu außerordentlich billigem Preis.«

Basler Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. »Endlich haben wir einmal eine gute, billige und ausgezeichnet illustrierte Übersicht alles dessen, was die Naturkunde im Laufe eines Jahres als neue Entdeckungen zu verzeichnen hatte. Es ist eine Freude, die prächtige, für jedermann verständliche Übersicht zu lesen. Jeder Gebildete sollte diese Jahrbücher erwerben und sie nicht nur in seiner Bibliothek aufstellen, sondern auch lesen. Derartige Schriften nähren der Luftzirkulation unendlich viel mehr als alle kulturkämpferischen Zeitungsartikel. Möchte doch dieses Unternehmen die weiteste Verbreitung in allen Schichten der Bevölkerung finden.«

Frankfurter Zeitung. Prochaskas Illustrierte Jahrbücher erfreuen sich einer von Jahr zu Jahr wachsenden Anerkennung, was bei der Gediegenheit des Inhalts und der Ausstattung, sowie dem billigen Preise nicht zu verwundern ist. In der Anlage übersichtlich, in der Darstellung fast durchwegs klar und allgemein verständlich gehalten, ohne irgend trivial zu werden, unterrichten diese Jahrbücher über die in ihnen behandelten Erfindungen und Forschungsgebiete mit einer für den Nichtfachmann vollkommen ausreichenden Ausführlichkeit, den Sachmann selbst aber mitunter verblüffenden Gründlichkeit. Bei der ungeheuren Fülle von Eindrücken, die tagaus tagen aus dem Leben, aus Tagesblättern und Zeitschriften auf den

wissensdürstigen Kulturmenschen einwirken, ist es für den gewöhnlichen Sterblichen fast unmöglich, Spreu und Weizen zu scheiden und aus dem Vierterlei ein klares Bild zu gewinnen. Da sind denn Führer, wie es Prochaskas Jahrbücher sein wollen, durchaus am Platze. Rückhaltend blicken wir noch einmal des Weges entlang, den wir durch lange Monate gemwandert sind, und erkennen stammend, daß manches Kleine groß und manches Große klein geworden, alles aber, den Geleiten der geistigen Perspektive gemäß, nach Möglichkeit gewertet, geordnet und geordnet ist. So gewinnen wir nachträglich ruhende Pole in den Erscheinungen. Immer vorausgesetzt natürlich, daß wir guten Führern folgen. Und Prochaskas Jahrbücher sind solche Führer.

Die Woche. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. »Wir können dem stattlichen Bände kein besseres Geleitswort auf den Weg mitgeben, als den Ausdruck unserer Überzeugung, daß es dem Verfasser gelungen ist, die Worte seines Programms glänzend zu verwirklichen: Nicht ein Merkmal- oder Nachschlagebuch ist, was wir den Lesern bieten, sondern wir wollen ihnen die handelnden Personen, die Kämpfe und Ereignisse in möglichst lebensvollen Bildern vorführen, die Triebkräfte des politischen Lebens aufdecken und den inneren Zusammenhang alles Geschehens klarmachen. Die volkstümliche, klare und doch vornehme Haltung des Jahrbuchs werden denselben gewiß viele Freunde und Schätzer gewinnen. Wer eine aller Parteilichkeit entkleidete Schilderung der Ereignisse jedes Jahres wünscht, läßt sich nicht, sich in den Besitz dieses gediegenen Jahrbuchs setzen.«

Fortsetzung am Schluß des Buches.

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde

Dritter Jahrgang.





Elefanten-Zähne aus Deutsch-Ostafrika.

PROCHASKAS ILLUSTRIRTE JAHRBÜCHER

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde

Dritter Jahrgang 1905 Von H. Berdrow



Leipzig
Königsstraße 911.

Karl Prochaska in Teichen

Wien
Kumpfg. 7

Inhaltsverzeichnis. *)

Eine Ausfahrt ins Weltall.

(Astronomie.)

Mit 18 Bildern.

Mars und seine Geschwister	13
Hinaus in die Sternennwelt.	25
Im Labyrinth der Milchstraße	31
Ungalante Fragen	37
Heimwärts zum Erdbplaneten	40

Im Reiche der Wolken und Winde.

(Meteorologie.)

Mit 2 Bildern.

Witz und Erklädung	47
„Die Sonne ist der Alchymist“	58
Regen und Winde	61
Neue Wetterpropheten	65
Die Fee Morgana	69

Aus der Lebensgeschichte der Erdrinde.

(Geologie und Mineralogie.)

Mit 12 Bildern.

Der Rückzug des Eises	75
Eiszeiten und Polwanderungen	81
Zur Geologie der Alpen	91
In den Tiefen des Meeres	99
Minerale und Fundstätten	105

Energien und Stoffe.

(Physik und Chemie.)

Mit 6 Bildern.

Radium und Komp.	113
Verdächtige Strahlungen	125
Der Weltäther und andere neue Elemente	128
Die Wunder des magnetischen Feldes	131
Das ideale Prisma und das Spektrum	136
Vom Leben der Kristalle und Metalle	140

Vom Rätsel des Lebens.

(Allgemeine Biologie und Paläontologie.)

Mit 11 Bildern.

Protoplasma und Zelle	145
Die wahren Unsterblichen	155
Organentstehung und Organtechnik	158
Erlösene Geschlechter	164

Aus Grün und Blütenpracht.

(Botanik.)

Mit 10 Bildern.

Im Hochzeitsegewande	169
Das Signalproblem in der Pflanzenwelt	177
Wehr und Waffen	181
Das grüne Laub	189

Im Reiche des Faunus.

(Zoologie.)

Mit 15 Bildern.

Der „Kluger Hans“	195
Zur Biologie der Wirbeltiere	201
Die antarktische Tierwelt	215
Unsere gefiederten Freunde auf der Wanderung	217
Geflügeltes Allerlei	222
Tropisches Insektenleben	232

Der Herr der Schöpfung.

(Urgeschichte, Ethnographie, Anthropologie.)

Mit 16 Bildern.

Bilderei und Religion der Urzeit	239
Vom Eolithen zum Hünengrab	248
Rassenfragen	257
Herz und Magen	266

*) Auch diesmal ist es mir angenehme Pflicht, den Herren, die mich durch Übersendung ihrer wissenschaftlichen Arbeiten unterstützt haben, hier ergebensten Dank auszusprechen. H. Beudrow.

Alphabetisches Sachregister.

- Ablagerungen im Ozean 100.
 Absonderungsorgan, chemische Regu-
 lation 209.
 Actinium 115.
 Adèle-Pinguin 216.
 Afrikanische Tierwelt, Ausrottung 206.
 Algal, Lichtwechsel 28.
 Alluvialzeit an der Weiser 76.
 Alpen, Geologie der 91.
 Alai, Goldlagerstätten 108.
 Alter der Sonne und der Planeten 37.
 Alter des Menschengeschlechts 253.
 Amazonasgebiet, Geologie 85.
 Ameisenfeindschaft von Pflanzen 184.
 Ameisen, lebende Türen 235.
 Ameisen und Säugetiere, Symbiose 255.
 Anden, Eisrückgang 86.
 Antarktika, ehemalige 84.
 Anthropologisches 257.
 Apocynus, Niesenpogel 166.
 Aquatorfrage in der Öcologie 87.
 Arizona, versteinerte Wälder 169.
 Asbest 110.
 Asphaltporkommen III.
 Astronomie 15.
 Ätherische Öle, Schutzmittel 187.
 Auro der Magneten 154.
 Aussterben afrit. Tiere 206.
 Bartenwal, Wanderung 208.
 Berechnung astronom. Zeiträume 37.
 Berechnung geolog. Zeiträume 89.
 Bergzüge, prähistorische 95.
 Berzilius, Element 150.
 Bildneri der Urzeit 259.
 Biologie 145.
 Biologisches von Wirbeltieren 201.
 Bläschfisch, Nordam. 210.
 Blätter als Stützorgane 195.
 Blätter, formenreichum 190.
 Blü als Photograph 49.
 Blümlänge 55.
 Blüßtag, Wirkungen 50.
 Blüßhüden 52.
 Blüte, zweite, durch Hitze 176.
 Blüßenfarbe, Lockmittel 171.
 Blütengewebe, nektarhaltiges 172.
 Blutkreislauf, neue Darstellung 267.
 Boratlager Nordamerikas 112.
 Botanik 169.
 Botanik und geolog. Perioden 90.
 Brandente, Änderung der Nistart 228.
 Britische Inseln, Rassen Geschichte 255.
 Buchweizen, heterostyl. 174.
 Carolinium, Element 150.
 Chemie 115.
 Chemie der Verdauung 269.
 Chimborazo, Abbild. 15.
 Dänemark, diluv. Vögel 223.
 Darmlänge und Nahrung 269.
 Degeneration von Protopen 156.
 Diamantlager Transvaals 106.
 Diluvialgebiet von Südb. 75.
 Dislokationen, jüngere 91.
 Doppelförne 30.
 Drystone Kubecks 75.
 Dünenblume als Fentäne 194.
 Eibe, Verteidigung 187.
 Eichhörnchen als Vogelfresser 201.
 Eisrückgang in den Anden 86.
 Eiszeiten und Polwanderungen 81.
 Elefant, afrikanischer 206.
 Elektrischer Ofen zum Metallfieden 145.
 Elektronengang der Sonne 60.
 Elektronentheorie 56.
 Elemente, neue 150.
 Elemente, period. System 129.
 Emanation des Radiums 119, 122.
 Emanationen, radioaktive von Wasser-
 und Chlorsäure 54.
 Embryo bei Pflanzen ohne Befruch-
 tung 180.
 Eolithen 248.
 Erde, Entstehung ihrer Eigenladung 56.
 Erdtrater und Mondtrater 41.
 Erdmagnetische Ungewitter 58.
 Erdschein auf dem Monde 42.
 Eulenjunge, Brutbeihilfe 228.
 Gata Morgana, wechselseitige 69.
 Gelssturz am Eschraant 94.
 Gernpaß, Gelssturz 95.
 Gelsstreich, Ausrottung 225.
 Gelsstreich, Spektralanalyse 55.
 Gelsstreich, Minitiv 252.
 Gelsstreich, Winterklat 204.
 Gelsstreich, Entstehung 101.
 Gelsstreich, lebende 195.
 Gelsstreich, der Vögel 229.
 Gausberg 84.
 Gelsstreich, Reduktion des menschlichen 272.
 Geologie 75.
 Geologie, Zeitrechnung und Botanik 90.
 Geologie der Alpen 91.
 Geologie der hohen Tauern 92.
 Geschlecht und Nahrung im Pflanzen-
 reich 178.
 Gelsstreich, Ausbreitung in Deutschland 226.
 Gelsstreich, Schwankungen, Alpen 80.
 — Schweden 79.
 — Schweiz 81.
 Glieder, überzählige 159.
 Gold im Alai 108.
 — im Rhein 108.
 Grundwässer im Gebirge 96.
 Harzorgane der Pflanze 186.
 Haselstrauch, prähist. in Schweden 79.
 Helgoland, Gelsstreichung 104.
 Helium aus Radium 120.
 Herstätigkeit 266.
 Heterostylie 175.
 Höhe des Vogelstugs 220.
 Hüfigleitscher, schwankend 81.
 Indianer, nicht bedroht 261.
 Inlandeis des Südpolarfelds 85.
 Inlandeisgebiete, Vögelung 76.
 Inlandeis, Nahrung 75.
 Insektenleben in den Tropen 252.
 Insekt der Tiere 200.
 Juden, Rassenanthropologie 262.
 Jüdische Statistik 265.
 Jupiter, 6. Mond 20.
 — Trabanten 25.
 Kaiserpinguin 215.
 Kalifalager, Entstehung 105.
 Karibben, Ausrottung 261.
 Karde, Erde und Drüsenhaare 181.
 Kelsstechnik in Ägypten 248.
 Kimberliche Flut 74.
 Knabenfräuter, deutsche 174.
 Kometen Kapturationsstheorie 22.
 Kometen, neue, 1904 25.
 Kometenschweife und Radioaktivität 25.
 Königstuhl, Steinzeigrab 256.
 Korpeliten 165.
 Krähe, Nutzen und Schaden 231.
 Kristalle, Wachstum verlegt 140.
 Kristallisation als organischer Vorgang 148.
 Kugelnwicklung in der Urzeit 241.
 Kugelblitz 51.
 Laubwechsel in den Tropen 189.
 Lebens, Nüssel des 145.
 Leuchtstärker, Biologie 255.
 Leuchtstärker australischer Pracht-
 finken 229.
 Leuchtstärker, Woodchuck 158.
 Leuchtstärker, neue Art 180.
 Leuchtstärker, Diluvialgebiet 75.
 Leuchtstärker, Quelle derselben 54.
 Leuchtstärkerungen 71.
 Leuchtstärkerungen und Regen 65.
 Magnetisches Feld 152.
 Magnetisches Wasser 153.
 Magnetisierung, Erklärung 152.
 Mars 15.
 Mars, Doppelanäle 16.
 — Experimente 17.
 Marsanäle, Entstehung 17.
 Marschenbildung 77.
 Mastodonten, fossile Südamerikas 168.
 Maulwurf, gefährdet 205.
 Mechanismus, tierische 164.
 Mechanismus und Vitalismus 145.
 Menschwerdung, Ort der 255.
 — äußere Bedingungen 254.
 Metalle, Destillation 142.
 — Ermüdung und Erholung 141.
 — Siedetemperatur 144.
 Meteorit, ebidianartiger 44.
 Meteore 44.
 Meteorologie 47.
 Meteoriteinfall in Brasilien 45.
 Methode, neue, physiologischer For-
 schung 154.
 Milben und Pflanzen 185.
 Milchstraße 51.
 — Stellung der Sterne zu ihr 33.
 — eine Spirale 55.
 Minitiv 252.
 Mineralfundstätten 105.
 Molodtzev 45.
 Mond 41.
 Mondgebirge, Entstehung 41.
 Mongolenfied bei Amerikanern 262.
 Mutationen, zwei neue 180.
 Myrmecophile Pflanzen 184.
 Nahrung und Darmlänge 269.
 Neger, hellfarbige 200.
 Neger in Amerika 200.
 Nektar im Blütengewebe 172.
 Nektarien außerhalb der Blüten 184.
 Neptun, Durchmesser 21.
 Nistställe in der Sahara 112.
 Nordseeländer, säkulare Hebungen und
 Senkungen 78.
 Nordsee nach der Eiszeit 74.
 N-Strahlen 125.
 N-Strahlen als Augentäuschung 126.
 N-Strahlung lebender Organismen 124.

Wabströmung des Magneten 155.
 Ohr des Zahnwales 210.
 Otari, Lebensweise 207.
 Orchideen, einheimische 174.
 Organentfaltung 158.
 Organtechnik 161.

Paläolithisches Skelett in England 251.
 Paläolithiker, Bild 255.
 Pancreas 270.
 Parthenogenese bei Schmetterlingen 257.
 Pendulation der Erde nach Kreichgauer
 und Reibich 87.
 Petroleum, deutsches 111.
 Periodisches System der Elemente 129,
 131.
 Pferd, der „Kluger Hans“ 198.
 Phöbe, Saturnmond 21.
 Physik 115.
 Pinguine, südpolare 215, 217.
 Planeteneinfluß auf das Wetter 65.
 Planeten, intramerturiale 58.
 Planetoiden, Lichtwechsel 20.
 Planet, transneptunischer 22.
 Plastik der Urzeit 239.
 Polonium, Element 114, 118.
 Polyschrankungen 47.
 Polwanderungen und Eiszeiten 81, 87.
 Polglazialzeit 75.
 Prisma, ideales, und Spektrum 136.
 Prognosen für den Ozean 69.
 Protoplasmastruktur 149.
 Protoplasma und Zelle 145.
 Protozoen, Fortpflanzung 155.
 Psyche, tierische 199.
 Pygmäen, afrikanische 257.

Quallen, fossile 165.
 Quellen im Meere 99.

Radiumemanation, Spektrum 121.
 Radioaktive Stoffe 114.
 — Strahlen 116.
 — Vorgänge 115.
 Radioaktivität und Elektrizität 54.
 Radiumfundstätten 105.
 Radiummengen der Sonne und der Erde
 121.
 Radium und verwandte Stoffe 115.
 Rassenfragen 257.
 Raupen, Geschlechtsempfindung 238.
 Rechtshändigkeit, Ursache 268.
 Reibungsgesetze im Tierreich 162.
 Regenreiches Gebiet Europas 65.
 Regentropfen 62.
 Regen und Winde 61, 65.
 Renntierzeitalter, Gliederung 244.
 Reptilien als Vorfahren der Säugetiere
 164.

Neststrahlen, Rubenssche 157.
 Nibbingold 108.
 Nibbisch und Seeichlange 211.
 Niesensalamander, Brutpflege 212.
 Niesenvogel, fossile 166.
 Nobben, südpolare 215.

Salzlager, Entstehung 102.
 Saturn, 9. Mond 21.
 Säugetiere von Reptilien stammend 164.
 Schimpanse, Intelligenz 196.
 Schlafkrankheit und Tsetsefliege 256.
 Schleim als Schutzmittel 188.
 Schmetterlinge, Parthenogenese 257.
 Seelenleben der Tiere 199.
 Sexualproblem im Pflanzenreich 177.
 Sechsklötzen 211.
 Seeichlange und Nibbisch 211.
 Seeland der Mariken 77.
 Simplotmassiv, Bau 97.
 Simplotunnel, Wassereintrüche 96.
 Skelet von Galle-Hill 250.
 Sonne, Alter 37.
 — Kalium- und Wasserstoffwolken
 40.
 — Elektronen fangend 60.
 Sonnenfleck und Erdmagnetismus 58,
 61.
 Sonnensystem, Richtung im Weltall 24.
 Spannerraupe, Mimitry 252.
 Spektralanalytisches 159.
 Spektralanalyse der Fixsterne 53.
 — der Sonne 40.
 Sperrvorrichtungen, tierische 161.
 Sphären der Zelle 155.
 Spiegelungserscheinungen, atmosphäri-
 sche 70.
 Spitharistop 117.
 Steineiche, Blattformen 190.
 Steinbock der Alpen 205.
 Steinzeit, Kunst und Religion 245.
 Steinzeitfossil Südfrankreichs 240.
 Sternbild des Füllens 50.
 Sternhaufen 54.
 Storchleben 225.
 Strich, sog. „Schwarzer“ 70.
 Südpol, Tierwelt 215.

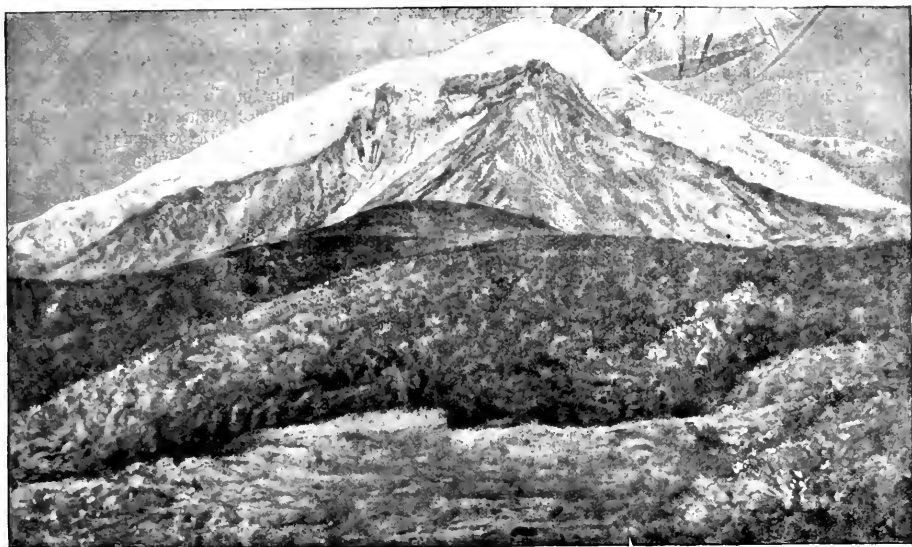
Tauern, Höhe, Profil 92.
 Tertiärfloren des art. Nordam. 81.
 Tertiärmenschen 249.
 Tertiärpflanzen am Südpol 82.
 Thavagen, Kunst der Höhlenerobner
 244.
 Thoriumgewinnung 106.
 Thorium zerlegt 150.
 Tiere, Hufe 195, 197.
 Tierwelt, antarktische 215, 216.
 Tomate, neue Art 180.

Totemismus u. Steinzeitkunst 246.
 Trennung der Geschlechter im Pflan-
 zenreich 177.
 Tröge der Karde 181.
 Trypanosoma und Schlafkrankheit 256.
 Tsetsefliege 256.
 Uchirantbergsturz 94.
 Urtierleben, Lebensgewohnheiten 227.
 Unerträglichkeit von Muskeln 161.
 Ungewitter, erdmagnetische 59.
 Urminerale 114.
 Urmas 21.
 Urgeschichte 259.

Veränderliche Fixsterne 27.
 Verdauungsvorgang 269.
 Verdopplung der Marskanäle 16.
 Verschiedenartigkeit 173.
 Verteidigungsmittel der Pflanzen 181.
 Vitalismus als Arbeitshypothese 147.
 Vögel, Änderung von Lebensgewohn-
 heiten 227.
 — blutige, Dänemarks 225.
 — überwinternde 225.
 Vogelearte Rossitten 221.
 Vogelzug 217.

Waldmoskito Brasiliens 256.
 Wälder, verfeinerte 169.
 Walddreie im rheinischen Tertiär 166.
 Wale, Wanderungen 208.
 Wambutti, Zwergvögel 258.
 Wanderungen der Vögel 217.
 Wärmestrahlen 137.
 Warnambosspuren in Australien 250.
 Wassereintrüche im Simplotunnel 96.
 Wasser, magnetisches 155.
 Weltäther als Element 128.
 Wesermündungen zur Alluvialzeit 76.
 Wetterprognosen für den Ozean 67.
 Wetterpropheten 65.
 Wetter und Planetenatmosphären 65.
 Windgesetz, barisches 68.
 Windströmung und Vogelzug 219.
 Winterkälte 202.
 Wirbeltiere, Biologisches 201.

Zahngesperre bei Fischen 162.
 Zahnfaris, Entstehung 272.
 Zeiträume, geolog., Berechnung 89.
 Zelle und Protoplasma 145.
 Zellteilung 151.
 Zellphäre 155.
 Zentroloma 152.
 Zifaken und Inneisen, Symbiose 255.
 Zodiakallid 45.
 Zoologie 193.
 Zugstraße der Vögel, Wechsel 222.
 Zwergelefanten, fossile 167.



Die Gletscher des Chimborazo, von der Nordwestseite aus 4500 m Höhe gesehen.

Eine Ausfahrt ins Weltall.

(Astronomie.)

Mars und seine Geschwister. * Hinaus in die Sternenvwelt. * Im Labyrinth der Milchstraße. * Ungalanze Fragen. * Hemmwärts zum Erdplaneten.

Mars und seine Geschwister.

Wir haben ein Luftschiff konstruiert, einen wundervollen Motor, der auf ganz neuer Grundlage gewissermaßen das berühmte Perpetuum mobile verwickelt und imstande ist, uns mühelos in alle Weiten des Weltalls hinauszutragen. Um dem neuen Gefährt das Vertrauen des Lesers zu erwirken sowie um der berechtigten Wissbegier entgegenzukommen, sei hier zunächst das eigenartige Prinzip der Erfindung mit den Worten ihres Entdeckers selbst dargelegt.

„Ich habe“ — so schreibt er — „entdeckt, daß in hoher Kälte unter starkem Druck verflüssigte Gase, mit Elektrizität geladen, Akkumulatoren von unerhörter Aufnahmekraft sind. In dem Maße, wie die Gase wieder frei werden, wird auch die aufgespeicherte Elektrizität wieder frei, und man hat nur zu regulieren. Mehr noch! Ich benütze die Drehung meiner Räder dazu, auf Reibkissen neue Elektrizität zu erzeugen, und da die frei werdende Elektrizität aus den sich verflüchtigenden Gasen — ich nehme ganz einfach Sauerstoff, den ich aus der Luft gewinne — stärker ist als die Energie, die ich nötig habe, um mit meinen Rädern an den Reibkissen gleiche Elektrizitätsmengen neu zu gewinnen, um ferner mit einem Pumpsystem frischen Sauerstoff

aus der Luft zu befreien, um ihn zu verflüssigen und mit der neugewonnenen Elektrizität zu laden, um obendrein noch meinen Wagen in Bewegung zu setzen: so habe ich mich nie darum zu kümmern, woher mein Automobil seine Betriebsmittel nimmt.“

Wir werden also, wie jeder Sachkenner sofort einsieht, um die nötige Betriebskraft für unsere Weltallsreise nicht verlegen sein. Zwar — Sauerstoff ist schon in 100 Kilometer Entfernung von der Erdoberfläche nicht mehr aufzutreiben, da hier die Atmosphäre zu mehr als 99 Prozent aus Wasserstoff besteht, der jedoch einen gleichwertigen Ersatz für jenen bildet. Dafür fallen im Äther aber auch alle Reibungs- und Luftwiderstände fort, und da unser Auto schon hier auf Erden Geschwindigkeiten von mehr als 500 Kilometern in der Stunde erreicht hat, so wird er sich im Weltraum sicherlich mit planetarischer Schnelligkeit fortbewegen.

Damit sind jedoch noch nicht alle Schwierigkeiten der Reise behoben. Es dürfte, bevor wir unser unvergleichliches Fahrzeug besteigen, geraten sein, uns einen Augenblick mit der Frage nach dem Wohin? zu beschäftigen. Zunächst wäre vielleicht als Vorbereitung und Training für weitere Fahrten ein Ausflug nach dem Mars, unserem Nachbar äußerer Hand, ratsam. Das wäre für unseren Allterweltsrenner, wenn wir ihm eine Geschwindigkeit

von 500 Kilometern in der Minute geben, eine Reise von kaum einem halben Jahre; verzehnfachen wir — durch einen einfachen Hebeldruck — seine Schnelligkeit, so bedarf es nur der kurzen Spanne von 18 Tagen, um den Mars in greifbarer Nähe zu haben. Wie ein Nachfalter oder Kolibri angesichts einer duftenden Blüte sich mit unsichtbar schnellen Flügelschlägen so lange schwebend erhält, bis er den süßen Nektar nach Verlangen ausgesoset, so lassen wir unseren Motor außerhalb der ungemein durchsichtigen Marsatmosphäre so lange auf der Stelle arbeiten, bis wir die vielumstrittene Natur des Planeten genugsam studiert und uns überzeugt haben, was von den seltsamen Gerüchten, die über ihn umgehen, auf Wahrheit beruht.

Bekanntlich verdanken wir die Grundzüge der Marsgeographie dem hervorragenden Mailänder Astronomen Schiaparelli, der sechs umfangreiche Berichte über seine Marsbeobachtungen der Jahre 1879 bis 1888 veröffentlicht hat. Alle seinen Spuren folgenden Forscher haben seine Ergebnisse mehr



Marsphotogramme.

oder minder bestätigt; so u. a. T. E. R. Phillips, der jüngst eine Zusammenfassung seiner Beobachtungen an dem von Februar bis Mai namentlich auf seiner nördlichen Hälfte sehr gut zu beobachtenden Planeten gegeben hat. *)

Unzweifelhaft, schreibt Phillips, zeigen sich von Zeit zu Zeit in der Oberflächengestaltung des Mars Änderungen, welche teils auf jahreszeitlichen Einflüssen und dem Erscheinen von Wolken und Nebeln beruhen, teils aber wirklicher Natur sind.

Die Hauptergebnisse von Prof. Schiaparelli's Werk nennt er unvergänglich und über allen Zweifel erhaben. Während jüngerer Zeit haben einige Beobachter den sogen. Marskanälen ein hart ausgeprägtes und gekümmertes Aussehen gegeben, das sie nicht besitzen, mit dem Resultat, daß von anderer Seite das ganze Kanalsystem in Zweifel gezogen worden ist. Es scheint jetzt die Zeit gekommen, da man zwischen dem, was auf dem Mars wirklich existiert, und dem, was auf subjektiven Fehlerquellen oder Einbildung beruht, unterscheiden muß. In der Hauptsache jedoch werden wir an der Treue und Genauigkeit der Aufnahmen des großen Italieners nicht zu zweifeln brauchen.

Für sehr viele der außergewöhnlichen Erscheinungen, die man auf dem Planeten beobachtet hat, ist ohne Zweifel die Kontrastwirkung verantwortlich

zu machen. Von vielen Kanälen hat man eingeschätzt, wie das schon frühere Forscher vermutet haben, daß sie nur die verschränkt erscheinenden Ränder schwach getönter Planetenflächen sind, und auch die oft beobachtete „Verdopplung“ von Kanälen läßt sich als Kontrastwirkung einfach und ausreichend erklären.

Eine Vorstellung von der Art der Veränderungen, die auf dem Mars vor sich zu gehen scheinen, von denen aber Photographien nichts zeigen, möge uns das auf der nördlichen Halbkugel liegende Land Elysium geben. 1877 war es infolge ungünstiger Stellung des Planeten gar nicht, 1879 nur undeutlich zu sehen, 1881 zeigte es sich deutlich ausgeprägt in Kreisform. Vielfach erscheint es heller als die Nachbarländer, doch ist diese Helligkeit ungleichmäßig und nur zu gewissen Zeiten sichtbar. 1879 glaubte Schiaparelli hier Schnee wahrzunehmen, konnte ihn aber 1881 nicht wieder nachweisen. Schwierig, aber durchaus deutlich zu sehen war der in nordöstlicher Richtung durch Elysium verlaufende Kanal Galarias, der späterhin nicht mehr erspäht werden konnte. 1885/84 nun zeigte sich eine wichtige Veränderung, indem die das Land umgebenden, bisher einfachen Kanäle erst undeutlich und verwaschen ausfielen, am 18. Januar aber das ganze Gebilde als ein mit der Nachbarschaft vierfach verbundener Doppelring erschien. Die Verdopplung vollzog sich auf Kosten des inneren Raumes, dessen Durchmesser sich deutlich verringerte. Die Farbe des ganzen Landes war auch in diesem Jahre wie in den folgenden wechselnd, häufig hell, mitunter so weiß wie der Polfleck.

Während nun manche Beobachter die Kanäle, die wir uns als breite Meeresstraßen wie das Rote Meer zu denken haben, genau oder fast ebenso sahen wie Schiaparelli, zeigte sich bei anderen Untersuchungen nichts dergleichen. Der 26jährige Refraktor zu Washington ließ von Kanälen keine Spur wahrnehmen; ebenso wenig ergab der große Refraktor der Eiß-Sternwarte (s. Jahrbuch I, S. 18) Wahrnehmungen, die für die Existenz des Kanals neiges auf dem Mars sprechen. Gibt es auf der Marsoberfläche ein Kanalsystem, wie Schiaparelli, Perrotin, Cerulli und Lowell es auf ihren Marskarten gezeichnet haben, so kann kein Zweifel bestehen, daß es künstlichen Ursprungs, d. h. von vernünftigen und auf hoher Kulturstufe stehenden Wesen zu bestimmten Zwecken hergestellt ist. Als solche Zwecke können wir uns die Bewässerung wüstenhafter Landschaften oder die zu gewissen Jahreszeiten erforderliche Ableitung großer, durch Schmelzen der Poleisfappen entstehender Wassermassen denken.

Wie nun aber, wenn eine optische Täuschung vorläge und die Marskanäle gar nicht existierten? Zuerst ist die Verdopplung der Kanäle anzugezweifelt und schließlich als Täuschung nachgewiesen worden. Diese Doppelkanäle erscheinen niemals besonders deutlich, sondern stehen immer an der Grenze der Wahrnehmbarkeit, mag das Fernrohr und die Marscheibe größer oder kleiner sein. Bei größeren Abständen des Mars war z. B. der Abstand der beiden Linien eines Doppelkanals, in Marsgraden ausgedrückt, gleich 4^{10} , bei kleineren

*) Monthly Notices of the Royal Astron. Society, Vol. 64, Nr. 1 (Nov. 1903).

was sie sahen; aber die Kanäle, die sie sahen, haben keine realere Existenz als die, welche die Greenwicher Schulfrauen sich einbildeten, auf den Vorlagen zu sehen, und die sie demgemäß zeichneten."

Ähnliche Versuche sind mit gleichem Erfolge an der Realschule zu Hof in Bayern gemacht worden. Angesichts dieser Versuchsreihe sagt Karl Strehl in einem sehr beachtenswerten Artikel: „Daß alle Wahrnehmungen bezüglich der Kanäle auf Augen-täuschungen hinauslaufen sollen, will einem immerhin bei der Gewissenhaftigkeit der Beobachter schwer in den Sinn." Er neigt zu der Ansicht, daß manches Marsdetail nicht auf Augentäuschung infolge ungenauen Sehens, sondern auf Eigentümlichkeiten des Bauers der Augenlinse und auf die unter dem Namen

schen den beiden Weltkörpern dürfte ein leichtes sein.

Doch das sind spätere Sorgen. Zunächst müssen wir bestrebt sein, die Grenzbezirke des Sonnensystems zu erreichen, um behufs schnelleren Vorwärtssommens von den störenden Einflüssen solarer Anziehungskraft frei zu werden. Vor allem gilt es, die Zone der kleinen Planeten zu durchqueren, die gefährlichste Gegend für den Welttouristen. Denn hier, wenn irgendwo, drohen Zusammenstöße mit einer jener Miniaturwelten, die hier zu Tausenden und aber Tausenden umherkriechen, sich zwanglos und regellos kreuzen und verwirren. 550 dieser Weltenzwerge haben wir schon von der Erde aus entdeckt, im Jahre 1905 allein vierzig; die meisten

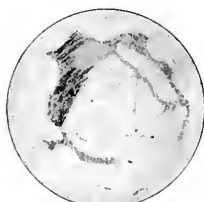


fig. 1. 25 1/2 Fuß.

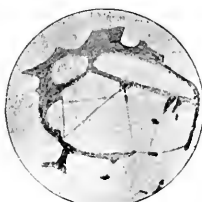


fig. 2. 22 1/2 Fuß.



fig. 3. 29 1/2 Fuß.

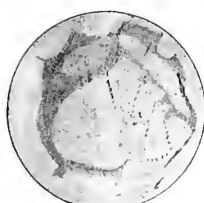


fig. 4. 28 1/2 Fuß.

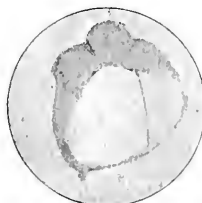


fig. 5. 34 1/2 Fuß.

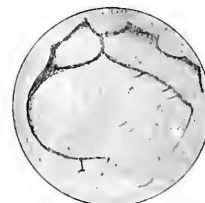


fig. 6. 37 1/2 Fuß.

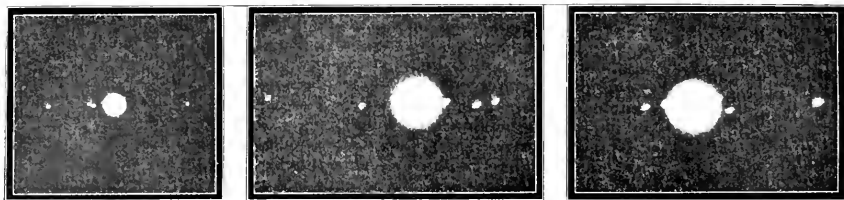
Wiedergabe der Nachzeichnungen von 6 Knaben (Experimente zur Deutung des wahren Wesens der Marskanäle).

„Beugung“ oder Diffraction bekannte seitliche Ablenkung der Lichtstrahlen zurückzuführen sei. Er ist überzeugt, daß manche vermeintliche Entdeckung oder gewagte Hypothese bei eingehendem Studium dessen, was man sieht, an der Hand der Beugungstheorie durch eine naturnotwendige Erklärung ersetzt werden würde. Die Astronomie mache mit dem Marsdetail augenblicklich die Periode der Beobachtungskunst durch, welche die Mikroskopie mit der Diamanteneinfeldung seit Abbe hinter sich habe.)*

Im Hinblick auf diese Zweifel und Probleme würde es sich also entschieden lohnen, zunächst dem Mars einen Besuch auf unserer Maschine abzustatten. Sind die Marsmenschen mehr als ein bloßer Wahn des Menschengehirns, so werden sie sicher nicht verfehlen, uns zu sich herab zu laden, und es wird einen überaus anregenden und fruchtbringenden Ideenaustausch zwischen den Vertretern zweier so verschiedener Kulturwelten geben. Die Anbahnung einer dauernden lichtelektrischen Verbindung zwi-

sind 10. bis 15. Größe. Vielleicht gelingt es uns zu ermitteln, auf welchen Ursachen der merkwürdige Lichtwechsel beruht, den man, wie früher an Eros und anderen, so Anfang 1904 an Iris und Hertha bemerkt hat (s. Jahrb. I, S. 35). Gegenwärtig ist es noch unentschieden, ob diese schon in Perioden von wenig Stunden sich vollziehenden Helligkeitsschwankungen darauf beruhen, daß manche Planetoiden nicht kugelförmig, sondern unregelmäßig gestaltet sind und uns bei der Rotation nacheinander verschiedene große Oberflächenteile zukehren, oder ob gewisse Stellen der Planetoiden das Licht stärker reflektieren als andere. Manche der neu entdeckten Planetoiden besitzen so bedeutende Bahnähnlichkeit, daß man den Gliedern einer solchen Gruppe gemeinsamen Ursprung zuschreiben möchte. Wenn wir dieses „Mikroneisien“ des Sonnensystems ohne Zusammenschlag durchqueren haben, eilen wir mit beschleunigter Geschwindigkeit durch die immer lichtleerer werdende Region der oberen Planeten. Zunächst präsentiert sich uns Jupiter mit seinen sechs Monden, deren kleinster Ende 1904 auf der Lichternwarte entdeckt ist. Weiterhin glänzt, wie Apoll im Kreise der

*) Beugungstheoretisches. Astronomische Nachrichten, Nr. 3939—40.



Jupiter und seine Trabanten (18. September 1905.)

von der Sonne. Unter dieser Annahme lassen sich außer den vier zu der Berechnung benötigten noch 17 Kometen nachweisen, die zur Kometenfamilie des „Hades“ zu gehören, d. h. von ihm für das Sonnensystem eingefangen und in ihre gegenwärtige Bahn gezwungen zu sein scheinen.

Die Bemühungen, den transneptunischen Planeten photographisch zu ermitteln, haben bisher zu keinem Ergebnis geführt. Das ist bei seiner geringen Helligkeit (15. bis 15. Größe) auch leicht erklärlich. Sind doch weit hellere Planetoiden, z. B. der helle Planet 1904 NY von 8.5 Größe, nicht früher entdeckt worden, während andere, wie Erato (Nr. 62), schon 18 Jahre lang vermist werden. So könnte auch der Transneptuniker der Beobachtung bisher leicht entgangen sein. Da er aber, wie schon gesagt, in ungefähr 560 Jahren einmal die Sonne umkreisen soll, könnten wir, falls er gerade im uns abgewandten Teil seiner Bahn stünde, hundert Jahre und darüber warten müssen, ehe wir seiner ansichtig würden. Deshalb wollen wir lieber auf das Vergnügen seiner Bekanntheit vorläufig verzichten und unseren Weg fortsetzen.

Hinaus in die Sternwelt!

So lautet die Devise unserer weiteren Fahrt, in die Fixsternwelt, welche jetzt die „purpurne Finsternis“ erhellt, durch die wir dahinschweben. Die Sonne selbst ist hinter uns zu einem gewaltigen Fixstern von Jupitergröße zusammengesunken, und die Messung mit unserem empfindlichsten Apparat, mit Langleys Bolometer,*) zeigt an, daß wir kaum noch ein Tausendstel der leuchtenden und wärmenden Strahlen erhalten, die sie uns auf Erden spendete. Glücklicherweise sind wir im Stande, unserer Maschine so viel überschüssige Kraft zu entziehen, daß wir jederseit die in ihrem Stromkreis eingeschalteten Glühlampen entzünden und dadurch wenigstens, wie es gebildeten Europäern zukommt, in unserer nächsten Umgebung Erleuchtung verbreiten, nebenher auch die Instrumente und Karten ablesen können.

Über die einzuschlagende Richtung werden wir bald einig sein. Wir wählen als erstes Ziel denjenigen Fixstern, den irdische Sternforschung bisher als den sonnennächsten festgestellt hat und der gleichzeitig in der Richtung unserer bisherigen Fahrt liegt: das Gestirn ϵ im Schwan, ein mit bloßem Auge kaum noch erkennbares Sternchen 6.5 Größe. Um es in absehbarer Zeit zu erreichen, müssen wir

freilich andere Segel aufspannen als bisher. Wir drücken den Hebel unseres Fahrzeuges auf den höchsten erreichbaren Grad, auf Lichtgeschwindigkeit, und dürfen nun hoffen, unser gut 80 Billionen Kilometer entferntes Ziel in rund acht Jahren zu erreichen.

In derselben Richtung saust hinter uns das gesamte Sonnensystem durch den Weltraum, bald allerdings kleiner und kleiner werdend und allmählich zu einem schwachen, nebligen Lichtschimmer zusammenschrumpfend. Denn mit unserer Fahrtsgeschwindigkeit, 299.880 Kilometer in der Sekunde, kann die schwerfällige Eigenbewegung der Sonne von 25 Kilometer „Geschwindigkeit“ in derselben Zeit nicht lange konkurrieren. Die Richtung ihrer Bahn hat G. C. Comstock kürzlich aufs neue zu bestimmen versucht. Er gründet seine Untersuchung auf die scheinbaren Bewegungen von 67 lichtschwachen Sternen 9. bis 12. Größe, die während fünfzig Jahren auf verschiedenen Sternwarten genau beobachtet worden sind. Es ergab sich, daß das Sonnensystem sich im Weltraum nach einer Richtung bewegt, die in der Richtung des Sternbildes des Fuchses (Vulpecula) liegt, was mit früheren Ermittlungen, die auf die gemeinsame Grenze der Sternbilder Fuchs, Fieber und Herkules hindeuten, gut übereinstimmt. In dieser Richtung legt die Sonne Jahr für Jahr mehr als 700 Millionen Kilometer im Weltraum zurück, ohne daß sich dadurch das Aussehen des gestirnten Himmels selbst nach Jahrtausenden für das bloße Auge merklich verändert: ein Beweis, wie ungeheuer entfernt von uns die in Rechnung gezogenen Fixsterne stehen. Die durchschnittliche Entfernung jener 67 lichtschwachen Sterne vom Sonnensystem ist sicher nicht geringer als 800.000 Milliarden Meilen, eine Entfernung, zu deren Zurücklegung selbst der Lichtstrahl 650 Jahre gebraucht.*)

Bei unserer Fahrtgeschwindigkeit erscheint uns der durchkreuzte Weltraum öde und leer. Mäggigen wir aber unsere Schnelligkeit auf ein Tempo, welches die Sinne wieder erwachen läßt, so gewahren wir, daß allerlei vagabundierendes Volk um uns herumstreicht und unsere Bahn nicht selten in gefährlicher Weise kreuzt: überaus locker und lose zusammengeballte riesige Wolken der Materie, aus denen Mutter Natur ihre lustigsten Kinder, die Kometen, formt. Erst wenn solche Massen in den Anziehungsbereich einer Fixsternsonne gelangen, vollzieht sich die Sonderung in Schweif und Kern

*) H. Jahrbuch I, S. 29.

*) Gaea, 40. Jahrg., Heft 6 (1904).

die wir als ihre charakteristischen Bestandteile ansehen. Der am 16. April 1904 von dem amerikanischen Kometenjäger Brooks entdeckte Komet, der erste unter den sechs neuen des Jahres, zeigte diese Sonderung ebenfalls schon; er erschien im Teleskop als Stern 9. Größe mit einem fächerförmigen Schweif. Die Bahnberechnung ergab das merkwürdige Resultat, daß er sich in einer Ellipse um die Sonne bewegt und zu einem Umlaufe fast genau drei Jahre braucht; er würde damit unter allen periodischen Kometen an erster Stelle stehen, da selbst der Encke'sche Komet nur in Zwischenzeiten von 3,5 Jahren wiederkehrt.

Die Rätsel der Schweifbildung haben den Kometenforscher und den Physiker schon viel Kopfzerbrechen verursacht. Wenn ein Schweif in der Richtung der Sonne vorhanden wäre, so würde die Schwerkraft zur Erklärung genügen. Gewöhnlich ist der Kometenschweif aber der Sonne abgekehrt, nicht selten entwickeln sich zwei und drei Schweife von verschiedener Länge und Richtung. Den früheren Erklärungen, unter denen besonders die des Arrhenius (s. Jahrb. I, S. 40) viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, gesellt Charles Perron Boys eine neue, durch die Radiumforschung inspirierte, die er mit folgenden Worten einleitet:

„Es scheint nicht möglich, jetzt die Erscheinungen der Kometen zu betrachten, ihre geteilten Schweife, ihre Zartheit und Durchsichtigkeit, ihr blaßes Licht, das teils reflektiertes Sonnenlicht, teils solches von einem glühenden Gase ist, das allmähliche Abnehmen und Verschwinden dieser Kometen, welche beständig den Sonnengebieten Besuche abstatuen, daneben all die Geheimnisse des Radiums, die nun so sehr augenscheinlich sind — ohne die Charakterzüge zu bemerken, in denen sie einander ähnlich sind. Unter Radium verstehe ich natürlich jede Substanz mit den merkwürdigen Eigenschaften, welche das Radium in so hervorragender Pracht zeigt, sie mögen im Laboratorium bekannt sein oder nicht.“

Eine der Eigentümlichkeiten des Radiums ist die Ausstrahlung von Strahlen, welche ein Zwölftel der Lichtgeschwindigkeit besitzen und von Rutherford als α -Strahlen bezeichnet worden sind. Diese α -Strahlen bestehen nach dem eben genannten Radiumforscher aus Helium; jeder wiegt zweimal so viel wie ein Wasserstoffatom und hat dasselbe Gewicht, welches nach Nichols und Hull in der Kometenpartikelanz beträchtliche Teile besitzen. Diese Partikelchen, die mit einer Geschwindigkeit von einem Zwölftel der Lichtgeschwindigkeit abgeschossen werden, fliegen so schnell, daß, wenn sie sich horizontal auf der Erdoberfläche fortbewegten, die Erdanziehung kaum imstande wäre, ihrer Bahn eine sichtbare Krümmung aufzuzwingen. Hingegen ist ihre elektrische Ladung nicht unbedeutlich, und eine elektrifizierte Sonne, wie sie jetzt ziemlich allgemein angenommen wird, würde ausreichen, die Bahn der Teilchen zu krümmen, die Strahlen umzukehren und sie mit schnell zunehmender Geschwindigkeit fortzuschleusen, so daß sie einen Schweif bilden. Je nach der Zahl der Strahlenarten, welche die verschiedenen radioactiven Stoffe zu erzeugen imstande

sind, würden sich mehr oder weniger gut begrenzte, doppelte, dreifache oder mehrfache Kometenschweife ergeben.

Nicht nur Schweife, deren Spitzen von der Sonne weggewendet sind, würden gebildet werden, sondern auch jeder negativ geladene Strahl, wie solche das Radium ausstrahlen soll, würde einen zur Sonne hin gewendeten Schweif bilden; und auch solche Schweife sind, wenn schon viel seltener als die abgewendeten, beobachtet worden. Der Kopf oder die Coma des Kometen wäre die Hülle aller der unabhängigen Bahnen, welche den Kern nach allen Richtungen hin verlassen — Bahnen, welche, während ihre Geschwindigkeiten noch von der oben angeführten Art sind, zur Sonne konvergere Hyperbeln bilden würden.

Mittels der Radioaktivität ließe sich auch die Sichtbarkeit und der Spektralcharakter der Kometen erklären. Es ist stets etwas rätselhaft geblieben, wie sich innerhalb einer so ungemein dünnen Masse, wie der Komet ist, Hitzegrade von solcher Höhe bilden können, daß es zur Lichtausstrahlung kommt. Es wäre ja möglich, obgleich nicht sehr wahrscheinlich, daß die inneren Bewegungen der Teilchen, von denen jedes seine besondere Bahn verfolgt, Zusammenstöße erzeugten, stark und heftig genug, um all das Licht zu erklären, das gesehen wird, und eine hinreichende Temperatur, um die feinstgestellten Spektrallinien hervorzubringen. Die radioactiven Körper und ihre Emanationen (Ausstrahlungen) können aber auch unabhängig von einem solchen Vorgange Licht produzieren. Sir William und Lady Huggins haben entdeckt, daß das Spektrum, welches ein Stück Radium in der Luft gibt, Linie für Linie dem Stickstoffspektrum gleicht. Es scheint also, daß die Atome des in der Luft befindlichen Stickstoffs durch die Aktivität des Radiums so beeinflusst werden, daß sie ein Antwort geben, die bisher nur durch elektrische Entladung geweckt worden ist. Nach den Laboratoriumserfahrungen, die uns bisher allein zu Gebote standen, müßte man annehmen, daß zur Erzeugung solcher Spektren eine Temperatur über Rotglut erforderlich sei. Bestätigt sich obige Beobachtung, so kann das Wasserstoff- und das Kohlenwasserstoffspektrum, möglicherweise sogar das Natrium- oder das Eisenspektrum, die bei Kometen beobachtet sind, von kalten Atomen herühren.*)

Boys nennt seine Ausführungen über den möglichen Zusammenhang zwischen Radioaktivität und Kometen selbst willkürliche Spekulationen, und wir werden abwarten müssen, ob weitere Untersuchungen seine Hypothese bestätigen oder widerlegen.

Die altbewährte Praxis, welche Cäsar den Sueben zuschreibt, nämlich längs ihrer Grenzgebiete tageweite Einmärsche zu schaffen, um vor plötzlichen feindlichen Überfällen sicher zu sein; sie wird auch mit Erfolg von den Kriegermännern befolgt. Unser eigenes Sonnensystem ist der beste Beweis dafür: von mächtigeren, Störung drohenden Körpern ist kein Umkreis auf Millionen und Milliarden von Kilometern gereinigt, und was von luftigem

*) Naturwiss. Rundschau, XIX. Jahrgang (1903), Nr. 18 und 19.

Gefindel in den Grenzbezirken umherschweift, wird möglichst schnell unschädlich gemacht. Kaum spürt einer der rafflos treifenden Grenzwächter, der äußersten großen Planeten, die Annäherung solcher kosmischen Massen, so heißt es gleich:

„Sasa, Gefindel, hier! komm hier!
Gefindel, komm und folge mir!“

Und das Gefindel, husch, husch, husch! kommt hinten nachgepreßelt, wird in den Innenbereich des Systems befördert und hier in feste Bahnen gezwängt oder auch durch Gesplitterung unschädlich gemacht.

Das derartige Fixsternsysteme wie das unsrige auch in anderen Gegenden des Weltalls vorhanden, daß sie sogar sehr zahlreich vertreten sind, zeigen uns die sogenannten „Veränderlichen“, welche unausgesetzt die Aufmerksamkeit der Astronomen in Anspruch nehmen. Seit im Jahre 1569 *Fabrizius* den ersten Veränderlichen im Walfisch, den später als „Wunderstern“ (*Mira Ceti*) bezeichneten, von 10. Größe im Minimum bis zu 4., zeitweise fast bis zu 1. Größe im Maximum zunehmenden Fixstern, erkannte, ist die Zahl dieser Gestirne auf weit über tausend gewachsen. Wir brauchen nur den Blick ein wenig nordwärts von unserem Ziele zu erheben, so trifft er den Stern *UZ* im Schwan, der von seiner größten bis zur geringsten Lichtstärke um mehr als zwei Größenklassen abnimmt und uns dieses Schauspiel während unserer Fahrt oft wiederholt bieten wird, da seine Lichtwechselperiode mehr als einen Monat (31 $\frac{1}{4}$ Tage) beträgt.

Die Schwankungen des Lichtes bei den Veränderlichen sind bisweilen so groß, daß der Stern im Maximum seiner Helligkeit dem bloßen Auge sehr glänzend erscheint, im schwächsten Lichte, dem Minimum, hingegen selbst in größeren Fernrohren nicht mehr gesehen werden kann. In anderen Fällen umfaßt der Helligkeitswechsel nicht einmal eine Größenklasse und bleibt manchmal zweifelhaft. Ebenso ungleich ist die Dauer oder Periode des Lichtwechsels. Im allgemeinen gehören die veränderlichen Sterne zu den mehr oder weniger roten und die Dauer des Lichtwechsels ist durchschnittlich um so länger, je tiefer der Farbenton erscheint; die Lichtzunahme erfolgt meist rascher als die Lichtabnahme.

Obwohl die Veränderungen bei diesen merkwürdigen Gestirnen sehr mannigfacher Art sind, hat man sie doch in vier gut unterscheidene Klassen trennen können. Der Lichtwechsel beim Stern β der Leier zeigt zwei Maxima und ein Haupt- sowie ein Nebenminimum der Helligkeit. Er nimmt vom Hauptminimum, 4 $\frac{1}{2}$ Größe, zum ersten Maximum, etwas über 5 $\frac{1}{2}$ Größe, zu, sinkt auf 5 $\frac{3}{4}$, steigt wieder auf 5 $\frac{1}{4}$ und beginnt dann gegen Ende des zwölften Tages den Kreis aufs neue. Sterne mit ähnlichem Verlauf der Lichtkurve nennt man deshalb Veränderliche des *Eratypus*.

Weit einfacher ist der Lichtwechsel bei dem am Rande der Milchstraße im Perseus sichtbaren *Algol* (β Persei); er ist auf etwa neun Stunden beschränkt, wiederholt sich regelmäßig nach Ablauf von zwei Tagen 21 Stunden und läßt den Stern von 2 $\frac{1}{2}$ auf

5 $\frac{1}{2}$ Größe herabsinken. Er gilt als Repräsentant der recht zahlreichen Sterne vom *Algoltypus*, denen man als Nebenklasse die *Initialgestirne* anreihen kann, wenige Gestirne, die, anstatt dunkler, periodisch während kurzer Zeit heller werden.

Sehr unregelmäßig erfolgt der Lichtwechsel bei der oben erwähnten *Mira Ceti*; auch die Dauer ihrer Periode, durchschnittlich 331 Tage, schwankt. Als Veränderliche vom *Miratypus* ist ebenfalls eine große Anzahl von Sternen bekannt.

Endlich gibt es noch Sterne, deren Lichtschwankungen ganz unregelmäßig verlaufen, manchmal kaum erkennbar sind und keine bestimmten Perioden innehalten. Als Prototyp dieser gilt der rote Stern α im Orion, und nach ihm bezeichnet man seinesgleichen als die Veränderlichen des *Oriontypus*. Dieser große, links oben im Orion sichtbare, auch als Beteiguse bezeichnete Stern ist übrigens nicht der einzige Veränderliche des Sternbildes. Der *Orionnebel*, eine der gewaltigsten kosmischen Nebelwolken, birgt zahlreiche Gestirne, die ihr Licht periodenweise ändern; von den 1200 bis 1300 Sternen bis 15. Größe, die der Nebel enthält, kann mindestens ein Zehntel als sicher veränderlich gelten.

Diese merkwürdige Häufung Veränderlicher ist auffallend, und man geht vielleicht nicht fehl, wenn man sie mit den Dunstmassen des *Orionnebels* in Verbindung bringt. Das Eindringen jener fernen Fixsternfonnen in dichtere Teile des Nebels würde sich durch ein Aufleuchten, das Verlassen der Nebelfnoten durch Lichtabnahme des betreffenden Sternes bemerklich machen. Ebenso könnte ein Auf- und Abfluten der Nebelmaterie vor jenen Sternen die Veränderlichkeit erklären, obwohl man sichere seitliche Verschiebungen des garten Nebelschleiers bisher nicht nachgewiesen hat. Dann würden die veränderlichen Sterne von uns aus jenseit, die unveränderlichen diesseit des Nebels im Weltraum liegen.

In den meisten Fällen erklärt sich aber die Eigentümlichkeit der Veränderlichen anders. Sie besitzen gewöhnlich aus einem Sternpaar oder aus einer Sternengruppe, deren Mitglieder infolge der ungeheuren Entfernung von uns selbst mit den schärfsten Fernrohren nicht zu trennen sind, ihr Dasein aber doch dadurch verraten, daß sie sich zeitweise verdecken und so ihr Licht schwächen. Bei manchen dieser Sternpaare hat man mittels der Spektralanalyse Genaueres über Umlauf, Größe und Entfernung festgestellt können, so auch bei dem berühmtesten Veränderlichen, dem *Algol* im Perseus.

Was man auf Grund des Lichtwechsels bei diesem schon seit 1667 als veränderlich erkannten Gestirne ermittelt hatte, erschien so unwahrscheinlich, daß Professor *H. E. Vogel* auf dem astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam die spektroskopische Untersuchung des *Algol* unternahm. Da ergab sich denn aus einer Reihe höchst sorgfältiger photographischer Aufnahmen des *Algol*spektrums, verglichen mit gleichzeitigen Aufnahmen des Wasserstoffspektrums, daß die dem Wasserstoff entsprechenden dunklen Linien des *Algol*spektrums zur Zeit der Helligkeitsabnahme des *Algol* gegen das rote Ende des Spektrums verschoben waren, während

der Lichtzunahme dagegen nach dem violetten Ende zu. Am folgt aus der Theorie der Spektralanalyse, daß eine Verschiebung der Einigen gegen Rot ein Entfernen der Lichtquelle anzeigt, eine Verschiebung gegen Violet hingegen eine Annäherung an den Beobachter (s. Jahrb. I, S. 15 und 16). Die Messungen der Größe dieser Verschiebungen ergaben, daß Algol vor Eintritt des Minimums sich in jeder Sekunde um 39,5 Kilometer von uns entfernt, nach demselben um 46 Kilometer der Sonne nähert. So nach beschreibt der Stern während einer Lichtwechselperiode eine geschlossene Bahn um einen ihm benachbarten Punkt, seinen Schwerpunkt, und sein Begleiter mit ihm. Angenommen, diese Bahn ist kreisförmig und liegt ungefähr in der Gesichtslinie zur Erde, so läßt sich die wahre Größe und gegenseitige Entfernung der beiden Weltkörper, die das Algolsystem bilden, berechnen. Diese zweimal sehr sorgfältig ausgeführten Berechnungen ergaben, daß der Algol 1,707.000 Kilometer, sein dunkler Begleiter 1,356.000 Kilometer im Durchmesser hält, daß ihre Mittelpunkte 5,194.000 Kilometer voneinander entfernt sind und die Masse (das Gewicht) das Algol vier Neuntel der Sonnenmasse, die Masse seines Begleiters zwei Neuntel der Masse unserer Sonne beträgt. Algol bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 42 Kilometern, sein Begleiter mit einer solchen von 88 Kilometern in seiner Bahn. Beide Sterne sind von mächtigen Atmosphären umgeben, von denen die des Algol eine große Leuchtkraft besitzt; auch der Begleiter befindet sich noch im Zustande des Selbstleuchtens, doch ist seine Helligkeit geringer als ein Achtzigstel der Helligkeit des Hauptsterns. Die Umlaufzeit des Trabanten um den Algol beträgt nur 2 Tage 20 Stunden 49 Minuten. Die Durchmesser der beiden Weltkörper sind im Verhältnis zum Durchmesser ihrer Bahn so unangenehmlich groß, daß man ein System wie das des Algol nicht für dauernd stabil glauben ansehen zu können und meinte, ein solches Sternensystem müsse nach ziemlich kurzem Bestande aufeinander stürzen. — Ob nicht tatsächlich ein neu aufflammender Stern, eine Nova, dem Zusammensturz eines solchen für unsere Begriffe von Stabilität höchst unsolid fundierten Doppelsystems bisweilen seine Entstehung verdankt?

Wie kommt nun aber eine Veränderlichkeit von *Eratosthenes* mit zwei Lichtschwankungen zu stande? Auch hier hat die spektroskopische Untersuchung Aufschluß gegeben. β Eratosthenes selbst, der typische Stern dieser Klasse, ist ein Doppelstern, dessen Hauptmasse 18mal so groß wie die Sonnenmasse ist und von einem halb so großen Trabanten umkreist wird. Beide Körper sind nicht kugelförmig, sondern stark abgeplattet und bewegen sich in einer kreisförmigen Bahn, deren Ebene in die Gesichtslinie zur Erde fällt, umeinander; infolgedessen verdecken sie sich von uns aus gesehen häufig. Tritt der hellere der beiden Sterne hinter den lichtschwächeren, so zeigt sich β Eratosthenes für uns im kleinsten Lichte, im Hauptminimum; steht er seitlich neben ihm, so tritt das erste Lichtmaximum ein; steht der Hauptstern vor dem Begleiter, so sehen wir das zweite Lichtminimum, das Nebenminimum; stehen beide Sterne darauf wieder nebeneinander, so zeigt sich das Gestirn

im zweiten Helligkeitsmaximum, worauf die Lichtwechselperiode beendet ist und eine neue anhebt.

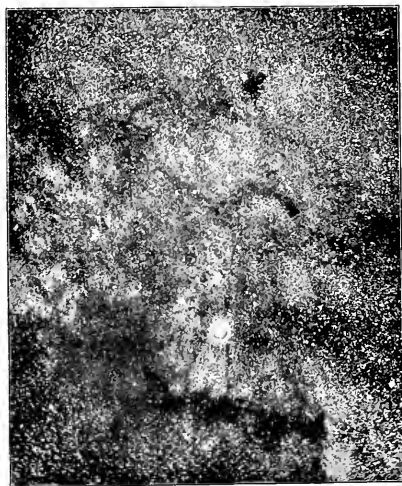
Sehr schwierig zu erklären sind die überaus schwankenden, nach Periode und Lichtstärke anscheinend regellos wechselnden Lichtphasen der Veränderlichen vom Miratypus. Doch scheinen auch hier die Helligkeitsveränderungen teils optisch zu sein, also durch das Zusammentreten selbstleuchtender oder dunkler Begleiter verursacht zu werden, teils auf physikalischen Vorgängen zu beruhen, die der Bildung der Sonnenflecke auf unserer Sonne ähneln; teils mögen sie auch eine Folge von Ebbe und Flut in den Atmosphären einzelner Sterne oder Sternpaare sein.*)

Wenden wir uns nun noch einigen merkwürdigen Doppelgestirnen zu, deren Licht- und Größenverhältnisse in neuester Zeit Gegenstand eingehender Untersuchung gewesen sind. Sie liegen fast in der Richtung des Zieles, dem wir zufliegen, das eine im Sternbilde des Pegasus, das andere im füllen (Equuleus). Der im Jahre 1878 als Doppelgestirn entdeckte Stern 85 im Pegasus besitzt einen Hauptstern, welcher in 25,7 Jahren um den Schwerpunkt des Systems rotiert. Da der Begleiter nur den 174. Teil vom Lichte des Hauptsterns zeigt, sollte man erwarten, daß dementsprechend seine Masse ebenfalls nur einen geringen Bruchteil der Masse des hellen Hauptsterns betrage. Überraschenderweise fand jedoch Comstock, der Leiter des Washburn-Observatoriums, bei seinen Untersuchungen über den Schwerpunkt dieses Doppelsystems, daß die Masse des schwächeren Sterns beinahe zwei Drittel, die des 174mal heller leuchtenden nur gut ein Drittel der Gesamtmasse beider beträgt; letzterer ist also wahrscheinlich auch der kleinere von beiden. Der schwächere, aber größere Stern muß sich also in einem bedeutend abgekühlteren Stadium befinden als der hellere, der dem zweiten Spektrotypus, den sonnenähnlichen Sternen, angehört. Solche scheinbar abnormen Verhältnisse bestehen auch im Siriusystem, wo der Hauptstern, obwohl tausendmal so hell wie sein Begleiter, doch nur die doppelte Masse hat. Aus der Parallaxe des Doppelsterns 85 Pegasi, 0,588", hat man berechnet, daß der dunkle Begleiter den hellen Stern in der Entfernung des Uranns von der Sonne umkreist. Beide zusammen besitzen 111/2mal so viel Masse wie die Sonne, der hellere ist demnach 4/11, der dunkle 7mal so schwer wie unser Zentralgestirn.

Wenden wir nun unsere Augen dem Sternbilde des füllens zu! Hier ermittelt wir mit Hilfe einer Sternkarte leicht den noch mit bloßem Auge sichtbaren Stern δ , ein Gestirn 4. Größe, neben dem William Herschel ein schon mit mäßigem Fernrohr sichtbares Sternchen 10. Größe entdeckte. Man erklärte daraufhin δ Equulei für einen Doppelstern, doch war diese Annahme verfrüht; denn neuere Beobachtungen haben gezeigt, daß jenes Sternchen 10. Größe zu dem Stern δ in keiner Beziehung steht, sondern nur optisch, d. h. für den Anblick von der Erde aus, zu ihm gehört. Und

*) Die Helligkeitsänderungen der Fixsterne nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft. Von Dr. Klein. Göttingen, 40. Jahrgang 1904, Heft 5 und 6.

doch war, wie 70 Jahre später Otto Struve mit dem großen Fernrohr zu Pulkowo entdeckte, der Stern δ ein Doppeltstern, indem er aus zwei Sternen 4.5 und 5. Größe besteht, die so nahe beieinander stehen, daß sie nur unter den günstigsten Umständen getrennt sichtbar werden. Dennoch ist es mit Hilfe des Spektroskops möglich geworden, nicht nur die wahre Entfernung der beiden Sterne voneinander, sondern auch ihre Entfernung von unserem Sonnensystem zu ermitteln. Der schwächere Stern umkreist den lichtstärkeren in 5 bis 7 Jahren einmal, und zwar in einer Bahn,



Photogr. Aufnahme der Milchstraße nahe dem Stern Theta Ophiuchi.
Von Prof. E. E. Barnard.

deren große Achse einen Durchmesser von 80 Mill. Meilen (etwa 594 Mill. Kilometer) hat. Scheinbar beträgt dieser Durchmesser 0.56"; damit aber eine Strecke von 594 Mill. Kilometern uns unter einem so winzigen Winkel erscheint, muß sie 452 Billionen Kilometer vom Messenden entfernt sein, und dieses ist also die Entfernung des Doppeltsterns δ im Füllen von der Erde. Fast 50 Jahre bedarf der Lichtstrahl, um von diesen beiden Sonnen, deren Gewicht fast doppelt (1.89mal) so groß ist wie die Masse unserer Sonne, zu uns zu gelangen. Merkwürdig ist die ergentzliche Bahn, in der sich die beiden Gestirne umeinander bewegen: zeitweise um 120 Mill. Meilen voneinander entfernt, können sie sich periodisch bis auf 40 Mill. Meilen nähern.

Im Labyrinth der Milchstraße.

Weit und immer weiter hinaus führt uns unser Lichtgeschwindigkeit dahinsausendes Fahrzeug, und schon beginnt sich das Verlassen des geozentrischen oder heliozentrischen Standpunktes — für solche Entfernungen wie die durchflogenen ist das ein — bemerkbar zu machen: im Gewimmel der Sterne

hinter uns verliert sich das Sonnensystem, es machen sich allmählich perspektivische Verschiebungen der Sternbilder geltend, die vor uns liegenden treten sichtlich, wenn auch nur sehr wenig, auseinander, die zurückbleibenden scheinen sich ein wenig zusammenzuschließen. Nur ein Phänomen verharrt in solcher Unveränderlichkeit, erhaben über Zeit und Raum: die Milchstraße. Auch in der Gegend, auf die wir, dem Sonnensystem voraus, zusehen, im Sternbilde des Fuchses, das von ihr scheinbar gekreuzt wird, zeigt die Milchstraße keine Änderung des Bildes, das sie unserem Auge von der Erde aus bot.

Wie kolossale Entfernungen müssen zwischen ihr und dem Sonnensystem liegen, da selbst eine Verschiebung des Standpunktes um Milliarden von Kilometern keine Veränderung ihres Aussehens hervorruft! Und wo stecken wir denn eigentlich in diesem gewaltigen Lichtringe, dieser „Gasse der beiden Himmelshalbkugeln, durch die das obere Licht schimmert“, wie Theophrast sich die Sache zu erklären suchte? Zahlreiche tiefgelehrte Abhandlungen sind seitdem über die Milchstraße geschrieben worden; aber daß sie uns des Rätsels volle Lösung gebracht, läßt sich nicht behaupten. Das soll uns jedoch nicht abhalten, den neuesten Arbeiten auf diesem Gebiete der „Sterngeographie“ unsere Aufmerksamkeit zu widmen.

In einer Arbeit über ältere und neuere Ansichten über die Milchstraße*) geht P. Puiseux von den Forschungen der beiden Herschel aus. Der ältere Herschel glaubte festgestellt zu haben, daß die Milchstraße nicht nur optisch, sondern in Wirklichkeit eine Häufung von Sternen bilde, deren Dichte jedoch nicht unbegrenzt, sondern im Vergleich zu dem Abstände, der uns von ihr trennt, schwach sei. Sein Sohn John Herschel erkannte ferner, daß die bei den schwächeren Sternen ausgeprägte Neigung, sich der Milchstraßen-Ebene anzugliedern, für die mit bloßem Auge sichtbaren Gestirne nicht vorhanden sei. Verzeichnet man auf einer Karte nur die Sterne 1. bis 6. Größe, so enthüllt sie uns nichts von dem allgemeinen Verlaufe der Milchstraße, noch weniger von ihren Verzweigungen und feineren Einzelheiten. Auch die glänzenderen Sterne zeigen eine Ebene, in der sie gedrängter und symmetrisch stehen; aber diese ist gegen den Milchstraßenkreis um etwa 20 Grad geneigt, zieht sich auf unserer Halbkugel durch die Sternbilder des Orion, des Stieres, des Perseus, der Kassiopeja, des Cepheus, des Schwans und der Leber, auf der südlichen Hemisphäre durch die Bilder des Großen Hundes, der Taube, des Schiffs, des Kreuzes, des Zentauren, des Wolfs und des Skorpions. Ebenso wie die Milchstraße, verdoppelt sich dieser Kreis der schönen Sterne auf einer Strecke seines Umfanges. Zieht man nur die Fixsterne 1. bis 4. Größe in Betracht, so kann man unsere Sonne als Bestandteil einer Gruppe von weniger als 500 Sternen auffassen, welche ihr Abbild im Plejadenhaufen findet und der Milchstraßenebene nicht fern liegt. Unser Platz in dieser Gruppe würde neben den Sternbildern Schlangenträger (Ophiuchus) und

*) Bulletin Astronomique, Tome XXI, Mai 1904.

Herkules sein, denn in dieser Gegend verliert der Ring der schönen Sterne seine Deutlichkeit.

Einen festeren Boden hinsichtlich der Verteilung der größeren Gestirne gewinnen wir, wenn wir die Ergebnisse der Spektralanalyse der Fixsterne betrachten. Hierlegt man das Licht der Gestirne mit Hilfe eines Prismas oder Gitters, so kann das erhaltene Spektrum sehr verschiedenen Charakter zeigen. Das hat dazu geführt, die Fixsterne unabhängig von ihrer Stellung und scheinbaren Größe in drei Klassen einzuteilen. Die erste Kategorie, weiße Sterne mit bläulichem Schimmer, besitzt ein zusammenhängendes, fast nur von Wasserstofflinien unterbrochenes Spektrum. Die zweite Klasse, weiße Sterne mit gelbem Schimmer, zeigt ein Spektrum mit zahlreichen deutlichen Metalllinien, im allgemeinen dieselben, die man im Spektrum der Sonne trifft. Beide Kategorien besitzen noch durch besondere Merkmale ausgezeichnete Unterabteilungen, die wir übergehen können. Die folgende Kategorie umfaßt verhältnismäßig wenige, rote Sterne mit einem von dunklen Linien und zahlreichen Bändern durchzogenen Spektrum. Es wäre verfrüht, hinsichtlich der Verteilung dieser lichtschwachen Sterne allgemeine Schlüsse zu ziehen.

Betrachten wir die beiden ersten Klassen, die reichsten und am besten bekannten, so kann als ausgemacht gelten, daß die Mitglieder der zweiten, die gelben Sterne, eine weniger hohe Temperatur als die blauen haben, daß sie bei demselben sichtbaren Glanz ein geringeres Strahlungsvermögen besitzen und daß sie einen weit beträchtlicheren Prozentsatz von Sternen mit starker Eigenbewegung umfassen. Es wird dadurch sehr wahrscheinlich, daß diese gelben Fixsterne, zu denen unsere Sonne gehört, eine räumlich verhältnismäßig beschränkte Gruppe bilden und daß ihre im allgemeinen ziemlich starke Leuchtkraft weniger auf ihrem inneren Glanz als auf ihrer Nähe beruhen dürfte. Diese Annahme findet eine Bestätigung, wenn wir die Verteilung der beiden Sternklassen prüfen. Die erste Klasse (blaue) ist offenbar auf die Milchstraße konzentriert und würde dieses Streben wahrscheinlich noch ausgeprägter zeigen, wenn das Spektralanalyse auch die sehr schwachen Sterne in seinen Bereich gezogen hätte. Die gelben Sterne zeigen dagegen diese Tendenz keineswegs und häufen sich vielmehr um den Nordpol des Erdäquators. Wir kommen so zu der schon vor 150 Jahren von Lambert ausgesprochenen Idee, uns als Bürger einer ziemlich gut begrenzten Gruppe zu betrachten, die weit ausgedehnter als das Sonnensystem, aber viel beschränkter als die Milchstraße ist und sich in einer anderen Richtung als diese ausdehnt.

Neue Tatsachen über die Stellung der Sterne zur Milchstraße hat das Studium der großen, in den letzten Jahrzehnten vorgenommenen photographischen Sternaufnahme ergeben. Sie bestätigen zunächst hinsichtlich der sichtbaren Sterne (1. bis 6. Größe) die schon von J. Herschel und Dr. Gould angezeigte Tatsache, daß die glänzenden Gestirne sich in keiner Weise auf die Milchstraße konzentrieren. Aber auch bei der folgenden Größenklasse zeigt sich eine solche Häufung nicht. Die Schnittpunkte der Milchstraßenebene mit dem

Äquator und, allgemeiner gesagt, der ganze Äquator sind auch für Sterne dieser Größe ärmer als der Himmel durchschnittlich. Erst wenn wir Sternkarten betrachten, auf denen Gestirne der 7.5 und geringerer Größenklassen eingetragen sind, tritt allmählich eine Häufung in der Gegend der Milchstraße hervor, und je weiter wir in der Betrachtung der Sterngrößen abwärts gehen, desto klarer gruppieren sie sich längs der Milchstraßenebene. Aber — wohl gemerkt — auch die Größenklassen sind es noch nicht, welche die mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Besonderheiten des Baues der Milchstraße hervorbringen; die dunkleren Stellen, z. B. der Kohlenfackel des Südlichen Kreuzes, die Lücken zwischen den Verzweigungen, erweisen sich als ebenso sternreich wie ihre Nachbargenden, wenn man nicht unter die Sterne 10. Größe herabgeht.

So ergibt sich also die bekannte Zeichnung der Milchstraße einzig und allein aus dem Vorhandensein einer Anzahl sehr kleiner Sterne, die für den unbewaffneten Blick und selbst für viele astronomische Fernrohre ineinanderfließen, in dem Riesenteleskop Herschels aber getrennt sichtbar waren.

Stratonoff, der Myronom des Observatoriums zu Tschkent, der sich der mühevollen Arbeit unterzog, die Sterne nach Größenklassen auf verschiedenen Karten zu vereinigen und dann ihre Verteilung in bezug auf die Milchstraße zu prüfen, erreicht also mit diesen Sondierungen die Grenzen des sichtbaren Weltalls keineswegs. Er konnte nur die Sterne bis zur 10. Größe abwärts prüfen, und es wäre wünschenswert, daß seine Arbeit auf breiterer Basis, bis zur 15. Größe hinab, wieder aufgenommen würde. Die Vergleichung seiner Karten läßt uns erkennen, daß eine ziemlich beträchtliche Zahl von Sternhaufen existiert, die sämtlich ungefähr in der Milchstraßenebene liegen. Die einen von ihnen berühren und durchdringen sich, während andere durch verhältnismäßig leere Räume getrennt sind. Nur für die uns benachbarten Schwärme ist es möglich, den mittleren Abstand, die Gestalt und Dichtigkeit festzustellen.

Der interessanteste ist natürlich der, mit dem wir verschmolzen sind. Stratonoff bezeichnet ihn mit dem Buchstaben A. Dieser Sternhaufen liegt ein wenig nördlich von der Milchstraßenebene und dehnt sich mehr nach Norden als nach Süden aus. Seine Breite übersteigt nirgends das Doppelte des Abstands von der Sonne bis zu den Sternen 6.5. Größe. Drei andere Sternhaufen, nach diesem unsere nächsten Nachbarn, nehmen die Sternbilder des Kammars, der Schiffe und des Skorpions ein. Ihre nächsten Teile sind durchschnittlich so weit wie die Sterne der Größe 6.6, ihre fernsten wie diejenigen 9. Größe von uns entfernt.

Diese Sternhaufen, deren wirkliches Dasein sich nicht bezweifeln läßt, bilden ihrerseits die Grundbestandteile neuer Vereinigungen und setzen bestimmte Figuren zusammen. Oft formen sie sich zu Ringen, in deren leerem Innern isolierte Haufen wogen; das sind gewissermaßen kleine Milchstraßen in der großen.

Will man Systeme, die nach Ausdehnung und Zusammenfassung der Milchstraße im eigentlichen Sinne an die Seite zu setzen sind, so muß man sich

den Spiralnebeln zuwenden. Ihnen begegnen wir in jeder Entfernung von der Milchstraße, und sie erscheinen nicht in physischem Zusammenhange mit den Gestirnen. Sie lösen sich, durch unsere Instrumente angefaßt, nicht in Sternmassen auf; aber bei denen, deren Glanz erlaubt, sie mittels der Spektralanalyse zu studieren, zeigt das Spektrum doch Sterncharakter, so z. B. bei dem großen Andromedanebel (s. Jahrb. II, S. 15 und 18); deshalb möchte man glauben, daß ihre Unauflösbarkeit nur eine Folge ihrer ungeheuren Entfernung sei. Aus dem Bau, die die Spiralnebel auf genügend lange exponierten Platten zeigen, schließt Püschel, daß diese Nebelmassen uns wahrscheinlich das Bild bieten, welches die Milchstraße geben würde, wenn sie von einem genügend weit entfernten Standpunkte außerhalb ihrer Ebene betrachtet würde.

Zu demselben Schlusse, daß nämlich die Milchstraße nicht einen einfachen Ring, sondern einen gewaltigen Sternwirbel, eine „galaktische Spirale“ bildet, gelangt E. Easton in der sehr eingehenden und scharfsinnigen Abhandlung: „Eine neue Theorie über die Milchstraße.“*) Easton prüft zuerst die Voraussetzung, daß die Milchstraße kreis- oder ringförmige Gestalt besitze, und fragt dann nach der Stellung des Sonnensystems zu diesem Ringe. Er prüft nach- einander folgende fünf Fälle:

Die Sonne befindet sich im Centrum des Ringes; sie steht exzentrisch, d. h. etwas seitlich zum Mittelpunkt des Ringes; sie befindet sich nahe dem inneren Rande des Ringes; sie hat ihre Stellung in dem Ringe selbst; ihr Ort befindet sich am äußeren Rande des Ringes.

In den beiden letzten Fällen würde die Milchstraße uns nicht in Form eines geschlossenen Ringes erscheinen können. In der dritten Stellung würde sie in einer Richtung, nämlich dort, wo die Sonne dicht neben ihr steht, sehr breit, unbestimmt und sehr schwach auftreten; es hinge von der Dichte des Ringes ab, ob ihr Licht in diesem Teile noch bemerkbar bliebe. Die unter 3 bis 5 erwähnten Stellungen der Sonne werden also durch das Aussehen, das uns die Milchstraße bietet, widerlegt. Am besten läßt sich ihr Aussehen mit der exzentrischen Stellung der Sonne in Einklang bringen. Daß sie nicht im Centrum oder in der Nähe des Centrums stehen kann, läßt sich durch folgende Beobachtung widerlegen.

Ein Blick auf das Aussehen der Milchstraße an einem klaren August- oder Septemberabend genügt, um eine bis jetzt anscheinend viel zu wenig beachtete Eigentümlichkeit derselben zu zeigen; nämlich die weit größere Helligkeit der Milchstraße in der Nähe des Sternbildes des Adlers (bezeichnet durch den Stern α . Größe Altair), verglichen mit den Partien in der Umgebung des Sternbildes Einhorn (zwischen dem Kleinen und Großen Hund, Prokyon und Sirius). Hieraus kann man schließen, daß in der ersten Richtung die Anzahl der Sterne weit größer ist als in der anderen. Diese ungleiche

Häufigkeit der Sterne der Milchstraße in den beiden angegebenen Richtungen tritt noch deutlicher in den Sternzählungen und Sternreichungen hervor. W. Herschel fand in der Gegend des Adlers (Aquila) im Gesichtsfelde seines Teleskops durchschnittlich 162 Sterne, im Sternbilde des Einhorns (Monoceros) nur die Hälfte. In ähnlicher Weise ergaben Delort's sorgfältige systematische Zählungen der Sterne bis zur 11. Größenklasse in einem Streifen von 6 Grad Breite am Himmelsäquator 58.885 Sterne in der Hälfte des Streifens, welche von der Milchstraße im Adler durchschnittlich wird, und nur 45.822, also etwa drei Viertel soviel, in der entgegengesetzten Hälfte.

Denkt man sich die Milchstraße durch eine Linie halbiert, welche die Sternbilder Kassiopeja und Südliches Kreuz verbindet, so findet man von den hellen Flecken und Regionen der Straße, welche Houzeau in seiner Uranométrie générale aufzählt, in der einen Hälfte, die das Sternbild des Einhorns einschließt, nur 4 bis 5 mäßig helle und keinen einzigen sehr hellen Flecken, in der anderen dagegen, der das Sternbild Adler angehört, 7 oder 8 ziemlich helle und 7 sehr helle Flecken. Auch daraus läßt sich schließen, daß, wenn überhaupt ein Milchstraßenring existiert, die Sonne der einen Hälfte dieses Ringes beträchtlich näher steht als der anderen.

Alber Easton bestreitet überhaupt die Existenz dieses Ringes, den nur das unbewaffnete Auge uns vortäuscht. Die Annahme der kreisförmigen Gestalt der Milchstraße führt zu folgendem Dilemma: Der Milchstraßenring ist ein Ring mit sehr hervortretenden, sozusagen systematisch zu gewissen Teilen seines Umfanges gruppierten Unregelmäßigkeiten, was äußerst unwahrscheinlich ist, oder: er wird auf der Hälfte seines Umfanges beträchtlich breiter — was nicht wahrscheinlicher ist.

Wenn es nun aber nicht möglich ist, die Sternanhäufungen der Milchstraße im ganzen als Ring oder als zwei ineinander verschlungene Ringe zu betrachten, was auch manche Forscher versucht haben, so schließt andererseits der Anblick der Milchstraße in keiner Weise die Existenz ringförmiger Segmente oder Ströme oder Schichten von Sternen aus. Ihr Aussehen stimmt nicht mit der Vorstellung überein, als sei sie nur ein von unseren Augen geschaffenes, in den Raum projiziertes Bild von Sternhaufen, die rein zufällig im Raume zerstreut sind. Von den zahlreichen Beweisen, die Easton für einen gesetzmäßigen Aufbau der Milchstraße anführt, bemerkt man auf den Photographien kaum etwas; denn diese umfassen ein viel zu kleines Stück der Straße, sind zwar für das Studium ihrer Einzelheiten vorzüglich, lassen aber die größeren Züge ihres Bildes nicht hervortreten.

So führt eine allumfassende Betrachtung der Milchstraße zu dem Schlusse, daß dieses wunderbarste aller Himmelsgebilde eine gewaltige Spirale bildet, mit einer zentralen Sternanhäufung im Schwan, wo der sonst so schwache sekundäre Arm zwischen den Sternen β und γ sehr glänzend erscheint. Die Windungen dieser Spirale liegen jedoch nicht in einer Fläche, sondern hauptsächlich in zwei Ebenen, die einen Winkel von etwa 20 Grad mit-

*) Gaec, 37. Jahrgang, Heft 1. Gaec, 40. Jahrgang, Heft 9.

einander bilden. Die auf diese Weise erhaltene Darstellung der Milchstraße ähnelt auffallend den Gestalten der Spiralnebel, wie sie uns in den besten Photographien entbüllt werden.

Es ist möglich, daß unsere Sonne und die Gruppe von Sternen, die nach den Untersuchungen von Schiaparelli, Gould und Kapteyn mit ihr ein untergeordnetes Glied im Milchstraßensystem bildet, nur einer der Sternhaufen sind, welche in den Windungen der galaktischen Spirale stecken. Eason hält es jedoch für wahrscheinlicher, daß der Sonnen-Sternhaufen, der exzentrisch in bezug auf die Windungen der Milchstraße liegt, dessen ungeachtet nicht weit vom Mittelpunkt der zentralen Verdichtung des Systems stehe, und daß diese zentrale Kondensation gleichzeitig den Mittelpunkt für die Windungen des Milchstraßensystems bilde.

Nun, was wollen wir mehr! Stehen wir da nicht wieder im Mittelpunkt der Welt, aus dem wir uns schon mit Bedauern verdrängt sahen? Und welcher Welt! Professor Seeliger, der sich auch eingehend mit diesen Fragen beschäftigt hat und für eine Autorität auf diesem Gebiete gilt, ist zu der Annahme gelangt, daß die uns sichtbaren Gestirne zu einem für sich abgeschlossenen Sternsystem gehören, dessen Ausdehnung natürlich ungeheuer groß, aber doch in denkbare Weise abzumessen, d. h. begrenzt sei. Die Anordnung der Gestirne in unserem Sternsystem hängt in ausgeprägter Weise von ihrer Lage zu der Milchstraßenebene ab; die Zahl der Sterne, die zu ihm gehören, mag etwa 30 bis 40 Millionen betragen. Will man noch dem Milchstraßensystem gleichgeartete Systeme annehmen, so müssen diese von dem anfrigen in Entfernungen schweben, die einer höheren Ordnung der Dimensionen unseres Systems entsprechen würden.

Unter so bewandten Umständen liegt die Gefahr allzu nahe, daß wir uns bei der Fortsetzung unserer fähigen Fahrt rettungslos in den Spiralwindungen der Milchstraße verlieren und den Rückweg zur heimischen Sonne nimmer wiederfinden. Folgen wir daher dem Triebe der Selbsterhaltung und wenden wir den Kurs unseres Fahrzeuges wieder jenem winzigen Sternchen zu, dessen Strahlen mit ihrem wärmenden und belebenden Schein alles umschließen, was uns lieb und teuer war. Gibt's nicht auch da genug zu forschen und zu fragen?

Ungalante Fragen.

Selbst so indiscrete Fragen wie die nach ihrem Alter und ihren voraussichtlichen ferneren Schicksalen nimmt Frau Sonne nicht übel, wenn sie es uns auch gerade nicht leicht macht, sie zu beantworten. Sie weist uns zunächst an ihre Kinder und überläßt es uns, aus dem für sie errechneten Alter das ihrige zu bestimmen, wobei die großen Unterschiede zwischen den verschiedenen Resultaten beweisen, daß wir mit diesen Berechnungen wohl noch sehr auf dem Holzwege sind.

Als die Erde sich erstmals von der Sonne loslöste und zur Kugel zusammenballte, muß die Oberfläche der Sonne, deren Dunstball ursprünglich bis über die Neptunsbahn hinausreichte, bis zur

Erdbahn ausgedehnt gewesen sein. Es läßt sich nun, da wir den jährlichen Betrag der Sonnenzusammenziehung kennen, ungefähr ausrechnen, wie lange die Sonne gebraucht hat, um sich von den Grenzen, die sie bei der Geburt der Erde betraf, bis auf ihren heutigen Umfang zusammenzuziehen. Der Druck der höheren Schichten auf die unter ihnen liegenden, die innere Arbeit der Schwere läßt den Sonnendurchmesser jährlich nur auf rund 90 Meter einschrumpfen, das ist ein so verschwindend kleiner Betrag, daß die Sonne dadurch von uns aus gesehen nach 1000 Jahren kaum um das Sehtel einer Bogensekunde kleiner erscheinen würde. Um sich vom Durchmesser der Erdbahn bis auf ihren heutigen Umfang zusammenzuziehen, bedürfte es demnach der Zeit von 48 Millionen Jahren. So alt ist also mindestens unsere gute Mutter Erde, und wir dürfen uns daher über die vielen Mängel ihres altersgrauen Antlitzes nicht wundern.

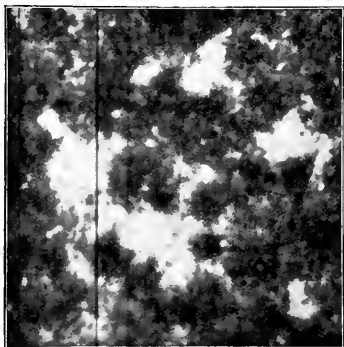
Nach derselben Methode hat Dr. M. W. Meyer*) auch das absolute Alter der übrigen Planeten berechnet und dabei die merkwürdige Tatsache gefunden, daß jeder folgende Planet immer um ziemlich genau fünf Millionen Jahre älter ist als sein nächstjüngerer Bruder. Daraus ergeben sich einige interessante Schlussfolgerungen. Wäre der Zeitabschnitt zwischen der Abkühlung der Erde nach der Geburt der Erdbahn noch neunmal mit je einem Planeten niedergekommen sein. Wir kennen von diesen späteren Sprößlingen nur noch zwei, Venus und Merkur; es fehlen uns also noch sieben, die wir vielleicht niemals entdecken werden, sei es, weil sie zu klein, sei es, weil sie überhaupt nicht vorhanden sind. Zu letzterer Annahme neigt die astronomische Welt augenblicklich; aber solche Ansichten ändern sich bisweilen überraschend schnell, und es bleibt beachtenswert, daß, während Meyer für die beiden sonnenfernsten dieser intramerkurialen Planeten eine Umlaufzeit von 39 bzw. 17 1/2 Tagen berechnete, Wolf aus ganz anderen Gründen einen solchen Planeten mit 42 Tagen Umlaufzeit vermutete und Leverrier an die Existenz eines anderen glaubte, der in 197 Tagen die Sonne umkreist.

Meyer gibt selbst zu, daß seine Berechnung des absoluten Alters der Planeten von der nie zu ergründenden Wahrheit gewiß leicht um viele Mill. Jahre abweichen kann. Es ist gut, daß wir uns diese Aufrichtigkeit stets vergegenwärtigen, um nicht angelockt abweichender Forschungsergebnisse irre an der Wissenschaft zu werden. Wie sagte doch Goethe so treffend: „Hypothesen sind Gerüste, die man vor dem Gebäude aufstellt, und die man abträgt, wenn das Gebäude fertig ist; sie find dem Arbeiter unentbehrlich; nur muß er das Gerüst nicht für das Gebäude ansehen.“ Und weiter: „Hypothesen sind Wiegenlieder, womit der Lehrer seine Schüler einschlüft; der denkende treue Beobachter lernt immer mehr seine Beschränkung kennen; er sieht, je weiter sich das Wissen ausbreitet, desto mehr Probleme

*) Die Königin des Tages und ihr Reich, 2. Aufl., S. 266 ff.

kommen zum Vorschein.“ (Weim. Ausg. II. Abt., Band II, S. 152.)

Nach der Formel M. W. Meyers müßten seit der Geburt des ersten Planeten, des Neptun oder des problematischen Hades, 78 bzw. 85 Mill. Jahre verfloßen sein. Das wäre demnach das Alter der Sonne seit ihrer ersten Niederkunft. Die Schöne lächelt uns zu, ein Zeichen, daß sie sich durch diese Ziffern nicht beleidigt fühlt; und in der Tat, es ist ihr schon übler mitgespielt worden. Lord Kelvin z. B. hatte vor einiger Zeit Berechnungen über die Energieverluste der Sonne angestellt und daraus geschlossen, daß, wenn diese Energiemengen lediglich ein Ergebnis der Sonnenzusammenziehung sein sollten, die Sonne sicherlich vor 500 Millionen Jahren die Erde noch nicht beleuchtet haben könnte, wahrscheinlich sogar nicht einmal vor 100 Millionen Jahren. Andererseits könnte alsdann das Fortdauern der Sonnenstrahlung kaum noch für viele Millionen Jahre erwartet werden.



Struktur der Kalzium-fäden der Sonne.

Danach wäre die strahlende Schöne schon so etwas wie eine Matrone. Doch nur Geduld, sie hat schon ihren Ritter gefunden, der sie gegen solche Unterstellungen glänzend rehabilitiert hat. G. H. Darwin, der Astronom unter den Söhnen des großen „Meisen von Down“, hat kürzlich die Rechnung Lord Kelvins unter etwas veränderter Beurteilung des Energieverlustes, den die Sonne bei ihrer Zusammenziehung erleidet, wiederholt und gefunden, daß das wahrscheinliche Alter der Sonne, d. h. die Zeit, seit der sie ihre Strahlen der Erde spendet, sogar nur 12 Millionen Jahre betrage. Seitdem aber die radioaktiven Stoffe entdeckt sind, fallen alle derartigen Berechnungen in sich zusammen, da sie eine Energiequelle bilden, die auch ohne Zusammenziehung unablässig sprudelt. Darwin weist in einem an die „Nature“ gerichteten Schreiben vom 20. September 1903 hierauf hin und fährt dann fort: „Da wir jetzt wissen, daß ein Atom Materie fähig ist, in sich selbst einen enormen Energievorrat zu besitzen, so haben wir meiner Ansicht nach kein Recht, zu behaupten, die Sonne sei unfähig, Atomenergie freizumachen in einer Stärke, vergleichbar mit der, die sie entwickeln könnte, falls sie aus Radium bestünde. Dem-

gemäß sehe ich keinen Grund, daran zu zweifeln, daß man die aus der Gravitationstheorie abgeleitete Abschätzung des Energievorrats der Sonne sehr wohl durch einen solchen Faktor auf den zehn- oder zwanzigfachen Betrag erhöhen könnte.“

Die Geologen forderten für die Entwicklung der Erdschichten schon längst Zeiträume, welche die von den Astronomen zugehenden beträchtlich übertrafen. Kommen die letzteren mit Tausendern oder Hunderten von Jahrtausenden aus, so benötigen die Geologen mehrerer hundert, ja sogar tausend Millionen Jahre, und der Berechnung des vergangenen Zeitraums entspricht natürlich auch die Abschätzung des bis zu völliger Abkühlung und zum Erlöschen der Sonne noch bestehenden. Warten wir ab, ob die streitenden Parteien sich einigen werden, und nehmen wir unterdes noch Kenntnis von einigen durch das Spektroskop ermittelten Vorgängen auf der Sonnenoberfläche.

Mittels einer neuen, ziemlich komplizierten Art von Spektralaufnahmen haben zwei Astrophysiker, Hale und Ellerman, Kalzium- und Wasserstoffwolken in großer Ausdehnung auf der Sonne festgestellt. Die Kalziumflocken bestehen aus Gruppen von Dampfsäulen, die aus den tiefsten Schichten der Sonnenatmosphäre aufsteigen und sich während des Aufstieges immer mehr ausbreiten. Der große Sonnenfleck vom 9. Oktober 1903 zeigte sich fast ganz verhüllt von solchen hellen Lichtmassen. Die Kalziumwolken erstreckten sich über eine Länge von 40.000 Meilen ($= \frac{1}{3}$ des Sonnendurchmessers). (Astrophys. Journ., Bd. 19, S. 41.)

Um gewisse merkwürdige Erscheinungen im Spektrum der Sonnenfackeln deuten zu können, hat man sich bemüht, die gleichen Veränderungen im Laboratorium durch Experimente hervorzubringen. Auf diese Weise ist es Humphreys kürzlich gelungen, gewisse helle Spektrallinien im Innern dunkler Absorptionsstreifen des Spektrums zu erklären. Danach handelt es sich beim Entstehen dieser — doppelt umgekehrten — Linien um zwei völlig getrennte Lichtquellen: die eine liegt in der Tiefe der Sonnenatmosphäre, wo das betreffende Material reichlich vorhanden ist und daher breite, dunkle Umkehrungslinien erzeugt; und darüber schwebt mehr oder minder abgefordert eine selbstleuchtende, nur verhältnismäßig wenig von jener Substanz enthaltende Wolke, welche die feinen hellen Linien erzeugt. (Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III [1903/04], Nr. 28.)

Wichtiger als diese „mit Hebel und mit Schrauben“ erzeugten Erkenntnisse scheint das Studium und die Ermittlung radioaktiver Vorgänge auf der Sonne werden zu sollen. Da diese Vorgänge in engem Zusammenhange mit den meteorologischen Faktoren auf der Erde stehen, so wollen wir sie im folgenden Kapitel betrachten und hier noch einen Moment bei den Beziehungen von Erde und Mond zueinander und zum großen Weltganzen verweilen.

Heimwärts zum Erdplaneten.

Der Sonne konnten wir uns mit unserem Weltautomobil leider nicht genügend nähern, um uns

durch Selbstschauen zu überzeugen, ob die so scharfsinnig angelegten Vermutungen der Physiker zu treffend sind oder nicht. Lassen wir sie den feurigen Ritt durch die Welt fortsetzen, und wenden wir uns dem minder gefährlichen Monde zu, der unserer Witzbegierde auch noch manches unentbüllte Rätsel bietet.

Man pflegt die vulkanischen Bildungen der Erdoberfläche mit denen des Mondes in Parallele zu stellen und die Entstehung des Mondkrater, Wälle und Ringgebirge durch Vorgänge zu erklären, wie wir sie noch jetzt auf der Erde erleben. Auf das Unberechtigte dieser Übertragung verweist Prof. Dr. Herm. J. Klein, einer der bedeutendsten Mondforscher der Gegenwart, in einem Aufsatze „Kosmischer und irdischer Vulkanismus“.*) Als Ergebnis seines fast dreißigjährigen Mondstudiums stellt Prof. Klein die Tatsache fest, daß zwischen den Formationen der Mondoberfläche und den Vulkanbildungen der Erdrinde im allgemeinen keine Ähnlichkeit besteht. Befüge der Mond auch Millionen Krater, jeder so groß wie der Durchmesser des Kraters auf dem Ausbruchskegel des Vesuvius, so wären sie selbst mit den größten Teleskopen von der Erde aus nicht wahrnehmbar, obwohl uns ein Mondberg von dem Umfange und der Höhe des Vesuvius auch an gewöhnlichen Fernrohren in keiner Weise entgehen kann. Stünde der Alma auf dem Monde, so wäre seine Krateröffnung von uns aus nicht zu erkennen; wohl aber würde der ganze Berg sich als imposantes Objekt darstellen. Doch finden sich ebenso hohe und so isolierte Regel auf dem Monde nur selten.

Viefache Übereinstimmung zeigt sich nur zwischen den irdischen Vulkanen und den kleinen und kleinsten Kratern des Mondes, die sich hin und wieder noch jetzt zu bilden scheinen, ein Beweis dafür, daß die vulkanische Tätigkeit auf unserem Trabanten, wenn auch im Erlischen begriffen, doch noch schwacher Äußerungen fähig ist. Die sämtlichen anderen freisförmigen Mondgebilde sind auf der Erde nicht vertreten und waren es auch niemals. Die störende Wirkung der Erde, als des an Masse weit überwiegenden Körpers, hat auf dem Monde gewaltige Wallungen der inneren heißen Materie und damit Eruptionen erzeugt, wie sie auf Erden wohl niemals aufgetreten sind. Denn der Erde gegenüber fehlte ein Körper von so gewaltiger fluterzeugender Kraft, wie die Erde ihn gegenüber dem Monde repräsentiert. Mit der zunehmenden Erkaltung beider Körper und dem daraus hervorgehenden Dickerwerden der Erdkruste und der Mondrinde hat auf beiden die vulkanische Kraft stetig abgenommen und wird es voraussichtlich nie mehr zu so gewaltigen Wirkungen bringen, wie sie sich uns in den Maren, Kraterregeln und Ringgebirgen der Mondoberfläche offenbaren.

Wie das Satyrspiel nach der Tragödie berührt es uns, wenn Dr. H. Voigt die Mondkrater, welche man bisher nur unter Annahme ungeheurer vulkanischer Kräfte oder durch den Aufsprall von Meteor-schauern erklären zu können glaubte, der aufbauenden Tätigkeit von Korallentierchen zuschreibt. „Wie

würde“ — so fragt er — „der Meeresboden der Erde aussehen, wenn kein Wasser mehr vorhanden wäre?“ und kommt zu dem Schlusse, daß er in vielen Gegenden der Tropen durchaus dem Relief des Mondes gleichen würde, wobei die Bauten der Korallen ganz und gar das Bild von Kratern abgäben (Umschau, VIII. Jahrg., Nr. 28 nach Sirius). Abgesehen davon, daß viele Ringgebirge und Krater gar nicht im Bereich derjenigen weiten Ebenen liegen, die wir als Mondmeere (Mare) bezeichnen, so betont Prof. Klein in der oben genannten Abhandlung auch ganz ausdrücklich, daß man sich auf der Erdoberfläche vergeblich nach mareähnlichen Gebilden umsehe. „Nichts beegnet uns hier, was auch nur die geringste Ähnlichkeit der Konturen mit einem Mondmare besäße, und wenn wir die Wasserbedeckung unseres Planeten entfernt denken, so würden, soweit man nach den vorliegenden Sondierungen (Tiefenlotungen) schließen darf, auch dann keine Formen zu Tage treten, welche Ähnlichkeit mit den Mondmaren besäßen. Diese Mondmare sind also Oberflächenformen, die der Erde vollständig fehlen und offenbar auch stets gefehlt haben. Sind die Becken der irdischen Ozeane durch satzessiven (allmählichen) Einsturz entstanden, wie die neueste Lehre will, so darf man mit genau der gleichen Berechtigung behaupten, daß die Mareformen des Mondes nicht durch Einsturz gebildet wurden. Dies wird allein schon durch die Tatsache erwiesen, daß die Mare durchweg relativ ebene Flächen sind, während die irdischen Einsturzbecken sehr mannigfaltiges Bodenrelief besitzen, das weder in seiner vertikalen noch horizontalen Konfiguration (Gestaltung) die geringste Ähnlichkeit mit den Maren zeigt.“ Ob letztere jemals mit Wasser bedeckt waren, ist noch fraglich. Wäre es einmal der Fall gewesen, so könnten ja wohl bei der Entstehung der kleineren Ringgebirge und vor allem der kleinen, den irdischen allein ähnlichen Krater, die sich hauptsächlich in den innersten Teilen der Mare zeigen, Korallentierchen mitgewirkt haben. Bei den großen Wallebenen und Ringgebirgen wäre es schon deshalb ausgeschlossen, weil diese sich am weitaus häufigsten auf der südlichen Hälfte des Mondes befinden, welche als zusammenhängendes Hochland zu betrachten ist.

Der Mond spendet nicht nur der Erde sein erborgtes Licht, sondern auch diese erweist sich ihm in gleicher Weise erkenntlich. Einige Tage vor und nach Neumond sieht man bei schmaler Sichel auch die Nachtseite des Mondes in einer Art von phosphenischem Lichte schimmern. Daß jener schon von den Alten beobachtete graue Schimmer nichts anderes sei als der Widerschein des Erdlisches, das auf die Nachtseite des Mondes fällt, erkannte erst Leonardo da Vinci, dieses Universalgenie in Kunst und Wissenschaft der Renaissancezeit. Wenn nämlich der Mond uns seine Nachtseite zuwendet, kehrt ihm die Erde ihre voll erleuchtete Tagesseite zu. Das Erldicht auf dem Monde ist fast 4mal so hell wie das Mondlicht bei uns, entsprechend dem größeren Durchmesser der Erdoberfläche für den Mond. Wenn also die Mondbewohner, deren Dasein uns schon Tycho de Bergerac, der vielbespöttelte Salonlichter des Sonnenkönigs, in seiner „Reise nach dem Monde“ weismachen will, zur Wirklichkeit

*) Gaia, 40 Jahrg. (1904), Heft 7.

würden, so könnten sie wahrscheinlich während der Mondnächte viel an künstlichen Beleuchtungsmitteln sparen. Bisweilen erscheint das graue Licht beträchtlich heller als sonst, was in der Hauptsache von der veränderlichen Entfernung des Mondes von der Erde herrührt. Wenn der Mond in seiner Erdnähe steht, kann sein Erdsicht um 52 Prozent stärker sein als in seiner Erdsferne.

Der Erde näherkommend, haben wir Gelegenheit, den als *Zodikal-* oder *Tierkreislicht* bezeichneten zarten Schimmer in seiner ganzen Kreisform ins Auge zu fassen, während er sich von einem irdischen Standpunkte aus stets nur als Lichtkegel zeigt, für den die Jahrgang I, S. 29, gegebene Erklärung immer noch die wahrscheinlichste ist. In der lichtfüllen Großatmosphäre dem lebendigen Auge natürlich unsichtbar, entfällt es unter günstigen Beobachtungsverhältnissen auch bei uns seine volle Schönheit. Einige Angaben C. Bäckers aus Nauen im Havellande werden dem Leser zeigen, wo und in welcher Gestalt er es vorfindendenfalls suchen könnte.

Unser Beobachter sah das Zodiakallicht im Winter 1902 zuerst am 22. Dezember; es stand mit schmaler Basis am westnordwestlichen Horizont und erstreckte sich abends 7 Uhr als langer spitzer Kegel aufwärts bis zum Sternbilde des Pegasus. Am 18. Januar 1903 verlief sein Lichtkegel der Milchstraße fast parallel und hatte dieselbe Helligkeit wie letztere zwischen Kassiopeja und Schwan, einer der hellsten Stellen der Milchstraße. Ihre Spitze lag zwischen den Sternen α und β des Widlers.

Am 16. Februar zeigte sich nach prächtigen Dämmerungserscheinungen das Zodiakallicht wieder besonders glänzend. Die Basis war ungefähr 40 Grade breit, die Spitze reichte zwischen α im Widder und die Plejaden. Die Helligkeit übertraf den Schein der Milchstraße und war am größten an der Stelle, die sich ungefähr in zwei Dritteln Höhe des Lichtkegels über dem Horizont befand. Auch am 15., 19. und 24. Februar zeigte sich die Erscheinung um 7 Uhr.

Am 15. März abends 7 $\frac{1}{2}$ Uhr erhob sich der Lichtkegel bis zwischen den Plejaden und Hyaden hindurch und war bis zu zwei Dritteln seiner Höhe unverhältnismäßig heller als seine Spitze und auch als die Milchstraße. Ebenso erstreckte er sich am 22. und 24. März bis über die Plejaden hinaus.

Nach diesen Angaben endet also das Zodiakallicht zwischen dem 20. und 30. Grade nördlicher Himmelsbreite. In Wirklichkeit setzt es sich in der Richtung seiner Längsachse mit einem schmalen Bande bis zum gegenüberliegenden Horizont fort, wo es wieder verbreitert als Gegenschein sichtbar wird. Dieser meist übersehene Lichtfleck erschien nach Prof. M. Wolfs Mitteilung besonders auffällig im September 1903 in Form eines rauchartigen Schleiers von unregelmäßiger Form und mehr als 20 Grad Durchmesser. Er befand sich stets in der Nähe desjenigen Punktes am Himmel, der der Sonne gerade gegenüberliegt, und ist nur außerhalb der großen Städte bei Abwesenheit von Mondschein aufzufinden.

Wie an den Grenzen des Sonnensystems auf zahlreiche seiner Anziehungskraft folgende Massen, so stoßen wir auch an den äußersten Bezirken der Erdatmosphäre, wenn man von solchen reden darf, auf allerhand umherstreifendes Gesindel, das mit rasender Schnelligkeit in den verschiedensten Bahnen ins Luftmeer hinabtaucht, in ihm zerschellt und meist in Staubform, sehr selten in größeren Stücken auf der Erdoberfläche anlangt: die Sternschnuppen und Meteore.

Über die Explosion der Meteore in der irdischen Atmosphäre gibt der spanische Ingenieur Enrique Hauser eine neue interessante Erklärung. Während man das Herspringen gewöhnlich der Gasentwicklung zuschreibt, die aus der Erhitzung des Meteors in der Luft hervorgeht, nimmt Hauser an, daß die Explosion wahrscheinlich die Folge einer Stoßwirkung der hinteren Partien des Meteors gegen seine plötzlich durch den Luftwiderstand in ihrer Bewegung gehemmten vorderen Partien ist. Nach einer mathematischen Berechnung Hausers wird durch diesen Stoß eine so gewaltige Energie frei, daß sie genügt, die Kohäsionskraft des Meteors vollkommen zu überwinden, d. h. ihn in Stücke zu zertrümmern. Vielleicht wirken beide Ursachen, Stoßkraft und Gasentwicklung, zusammen zum Verderben des unglücklichen Weltpflichters. Sind seine Trümmer sehr klein, so verbrennen sie vor ihrer Ankunft auf dem Erdboden, und wir werden von der Ankunft neuen Weltstaubes nur durch den Lichtblitz und die im Auge nachklingende Lichtbahn, bisweilen auch einen längeren Rauchstreifen der Sternschnuppe benachrichtigt. Sind die Trümmer größer, so gelangen sie auf den, häufiger in den Erdboden und, für uns günstigsten Falles, in unsere Museen; denn die Ehre göttlicher Anbetung wird ihnen in unseren aufgeklärten Zeiten wohl kaum noch zu teil.

Die an sich schon seltene Beobachtung eines Meteoritenfalles glückte am 24. Januar 1904 abends kurz nach 8 Uhr in Halle und war diesmal um so wichtiger, als der gefallene Stein, ein 26 Gramm schweres Stückerl (spezif. Gewicht 2.49), eine ganz neue Meteoritengattung darstellt. Er gefällt den schon bekannten Arten, den verschiedenartigen Chondriten, den Mesosideriten und den sehr mannigfaltigen Eisenmeteoriten, sich als ein ganz neuer Typ, der eines obsidianartigen Meteoriten, zu.*

Was aber diesem Meteorstein ein ganz besonderes Interesse verleiht, ist der Umstand, daß er den sogenannten Moldavitn nahesteht und die Deutung, welche Sauer und andere diesen Körpern gegeben haben, bestätigt. Die als Moldavite bezeichneten eigentümlichen Glaskörper liegen, wie dem Leser bekannt ist (s. Jahrb. I, S. 45, Abbild.), in Böhmen und Mähren, der Simnifels Williten und Australien entweder unmittelbar auf der Oberfläche oder in geologisch jungen Ablagerungen von diluvialen oder jungtertiärem Alter eingebettet. Nirgends steht ihr Vorkommen im Zusammenhang mit der geologischen Beschaffenheit des Landes, auch spricht nichts dafür, daß sie als vulkanische Bomben an die Fundorte

*) Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Stuttgart, Bd. 76 (1904), Heft 6.

gelangt sind; denn ihre Sandstätten sind meist weit entfernt von jüngeren eruptiven Bildungen.

Diese Moldavite, Glasblakenbomben oder Bouteillengläser wurden deshalb meistens als Überreste einer uralten Glasindustrie gedeutet, obwohl die chemische Analyse schon seit langem bei ihnen einen für künstliche Gläser ganz unerhörten Mangel an Kalk und Kali neben Reichtum an Kieselsäure und Tonerde ergeben hatte. Dr. Fr. E. Suez jun. betrachtet die Moldavite deshalb als prähistrische Meteorsteine und nennt sie wegen ihrer durch und durch glasigen Beschaffenheit „Tektite“.

Kürzlich hat Brezina darauf aufmerksam gemacht, daß auch in geschichtlicher Zeit der Fall eines solchen Tektiten beobachtet und daß dieser Stein dann auch untersucht ist. Am 17. Mai 1855, nachmittags 6 Uhr, fiel auf dem Gutshofe Jagst in Eivland ein Meteorit, dessen Analyse einen enormen Reichtum an Kieselsäure und Tonerde ergab, während Kali und besonders Kalk nur sehr spärlich vertreten war. Diesem Tektiten reiht sich der Halle'sche Meteorfall an.

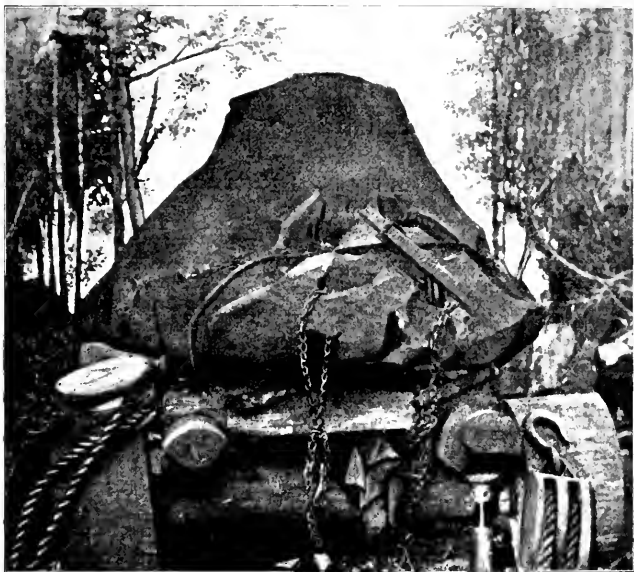
Durch Besprechung des letzteren wurde noch ein zweiter früherer Fall bekannt, der sich in Gegenwart mehrerer Zeugen am 14. August 1885, also um die Schwärmzeit der sogenannten Perseiden oder Augustimeteore, gegen 3½ Uhr nachmittags in der Heide vollzog. Der schlackenartige schwarze Stein wurde von den Augenzengen noch warm mit einigen Hölzchen 10 Zentimeter tief aus der Erde geholt. Eine

Untersuchung dieses Stückes steht noch aus. Da die Verwandtschaft der Moldavite und Meteoriten noch immer starken Zweifeln begegnet, so geben wir im Anhang (I) eine Zusammenstellung der betreffenden Untersuchungen.

Über einen anderen interessanten Meteorsteinfall berichtet Eugen Hussak*) in Brasilien. Dort fiel am 29. Juni 1905, morgens 10¼ Uhr, auf der Fazenda (Kaffeepflanzung) eines Brasilianers, nahe Uberaba, in der Prov. Minas-Geraes, ein zur Klasse der Chondriten gehöriger Meteorblock, dessen Gewicht ursprünglich 50 bis 40 Kilogramm betragen haben mag. Das Volk ging jedoch gleich an die Zertrümmerung des Steines, um Stücke mitzunehmen, und den Rest zertrümmerte der fazendeiro mit dem Hammer, da er selben als eine von Gott gesandte Plage ansah und seinerhalb auch tatsäch-

lich von Neugierigen überlaufen wurde. Ein kleineres Stück dagegen, das unweit eines vor dem Hause stehenden Holzkreuzes fiel, soll nun als pedra santa verehrt werden; ja es soll sogar gepulverter Meteorstein Kranken als Heilmittel verabreicht worden sein. Außer dem Block und mehreren Bruchstücken, die auf dieser fazenda fielen, wurde noch 17 Kilometer davon ein Stück gefunden und eines verkauft nahe der Pflanzung in einen Sumpf.

Hussak meint, daß die Meteorsteine echten vulkanischen Auswürflingen fremder Gesteine durch ultrabassische Eruptionsmassen glichen, daß die Bildung



Meteorstein aus Oregon.

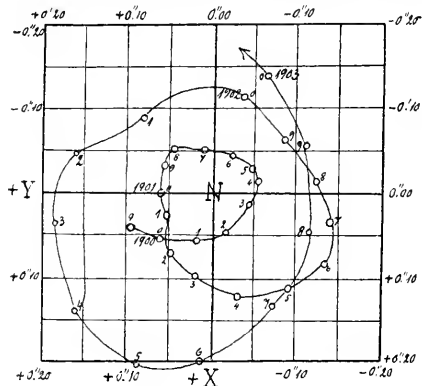
der Chondren wie der Trümmerstruktur und der schwarzen Adern auf eine Einwirkung der glutflüssigen Massen, des Magmas, vor dem Ausfließen zurückzuführen sei.

Endlich sind wir allen Gefahren, die uns selbst innerhalb des schirmenden Erdmantels noch von Meteorsteinen, Sturm und Blitz drohen, glücklich entronnen und können uns mit unserem Sauberwagen auf dem sicheren Boden unseres heimischen Planeten niederlassen. Dem sicheren? Wer das noch glauben könnte! Ist nicht die Vermutung, daß die Erdoberfläche unablässig hin- und her schwankt, durch eine peinlich genaue Untersuchung vollauf bekräftigt worden? Die Drehungsachse im Erdinnern liegt keineswegs unverrückbar fest, sondern ist kleinen Verschiebungen unterworfen, indem sich die Endpunkte der augenblicklichen Rotationsachse, die Pole, auf der Erdoberfläche in spiralförmigen Bahnen um eine gewisse mittlere oder Normallage bewegen. Um die Größe dieser Schwankung genau zu ermitteln, bedurfte es des Zusammenwirkens von sechs

*) Annalen des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums, Bd. 19 (Wien 1904), Nr. 1.

teilweise eigens zu diesem Zwecke errichteten Beobachtungsstationen, von denen zwar keine in Deutschland liegt, die aber ihre Beobachtungsergebnisse zur Berechnung an das Zentralbureau der internationalen Erdmessung in Potsdam liefern.

Denjenigen Lesern, die sich über die Technik dieser Beobachtungen zu unterrichten wünschen, sei eine ausführliche Arbeit Dr. Rippenharts*) empfohlen. Hier sei nur an folgender Zeichnung das Ergebnis der Beobachtungen für die Jahre 1900 bis 1905 veranschaulicht. Die Mitte der Figur gibt die mittlere Lage des Nordpols an, die er einnehmen würde, wenn ihn nicht störende Einflüsse in schwankende Bewegungen versetzten. Die Linie



Polschwankungen 1900–1905.

N + X zeigt den Meridian von Greenwich an, + Y zeigt nach 90 Grad westl. Länge u. s. w. Die Seiten des Quadrates, das zur Einzeichnung des Polweges dient, sind von 0:05 bis 0:05 Bogensekunden eingeteilt, die kleinen Kreise geben die Lage des Umkreisungspoles während der drei Jahre von Sechzehntel- bis Zehnteljahr an; die sie verbindende Kurve ist die Bahn des Poles während dieser Zeit. Der Maßstab der Figur ist etwa 1:150. Wird also die dargestellte Kurve 150mal vergrößert und könnte die Zeichnung dann nach dem Nordpol transportiert und an richtiger Stelle niedergelegt werden, so würde sich unter der Kurve der Nordpol zu den an-

*) Umschau, VII. Jahrg. (1903), Nr. 48.

gegebenen Zeiten befunden haben. Wie gering die Strecken sind, um welche der Pol wandert, ergibt sich daraus, daß die Schwankung zwischen 1900 und 1902 im Meridian von Greenwich ²⁴/₁₀₀ Sekunden dazu ebenfalls nur ²⁴/₁₀₀ Sekunden, das ist linear in beiden Richtungen nur $7\frac{1}{2}$ Meter, betragen hat. Verwunderungswürdig ist die Gräßlichkeit der Messungen, welche diese im Verhältnis zu dem gewaltigen Umfange des Erdsphäroids wahrhaft minimalen Strecken festzustellen gelang.

Zur Entdeckung dieser erst seit zwei Jahrzehnten bemerkten Wanderungen der Erdpole führte die Beobachtung, daß die geographische Breite, d. h. die Entfernung eines Ortes vom Pol, nicht unveränderlich sei, sondern um geringe, aber merkliche Beträge schwankte. Daß diese Schwankungen von wirklichen Wanderungen des Nordpols auf der Erdoberfläche herrührten, wurde bewiesen, als man gleichzeitige Beobachtungen zu Berlin und in dem auf demselben Meridian, nur 180 Längengrade entfernt davon liegenden Honolulu anstellte. Auch hier fanden Breitenchwankungen statt, die den gleichzeitigen Beobachtungen in Europa an Größe genau gleich, in der Richtung aber genau entgegengesetzt waren. Nahm in Honolulu die Breite zu, so nahm sie in Berlin und Potsdam um eben so viel ab, und umgekehrt, genau wie es sein mußte, wenn es sich um wirkliche Verschiebungen des Pols handelte.

Aber was bedeuten nun diese Schwankungen, wer verursacht sie? Auch diese Frage scheint ihrer Lösung nahe zu sein. Schon der berühmte Erdbebenforscher Prof. Milne hatte gefunden, daß eine Beziehung zwischen der Größe der Polschwankungen und der Anzahl starker, weit verbreiteter Erdbeben stattfindet, und A. Cancani in Rom hat in einer neueren Untersuchung diese Ansicht bestätigt gefunden. Jahre, in denen sehr starke, über fast alle Erdteile verbreitete Erdbeben zahlreich stattfanden, führten auch die stärksten Abweichungen des Pols von seiner Mittellage herbei, die er ja selbst niemals einnimmt, sondern immer nur umkreist. Warum sollten auch nicht Vorgänge in der Rinde unseres Planeten, welche die ganze Erdoberfläche in vibrierende Bewegung versetzen, Schwankungen in der Lage der momentanen Drehungsachse der Erde herbeizurufen? Ob die Erdbeben die einzige Ursache sind, ob nicht auch Massenverschiebungen tiefer im Erdinneren die Gleichgewichtslage stören oder andere Momente dabei mitspielen, muß die Zukunft lehren.

Im Reiche der Wolken und Winde.

(Meteorologie.)

Blitz und Erdladung. * „Die Sonne ist der Alchymist.“ * Regen und Winde. * Neue Wetterpropheten. * Die Fee Morgana.

Blitz und Erdladung.

Als gewährt selbst dem täglichen Beobachter immer wieder ein interessantes Schauspiel, die Feuerwehr durch die Straßen der Großstadt rasen zu sehen. In das seelen noch wogende

und wimmelnde Getümmel tritt ein Moment der Versteinung: die Menschen stauen sich an den Vordrängen, die Gefährten hemmen den Lauf, selbst königliche Wagen halten und warten.

Woher diese Spannung, dieses Aufhorchen der Menge? Das älteste Handwerk des Menschen, der

immer aufs neue und doch nie völlig und sicher gebändigte Urflamme rüttelt wieder einmal an seiner Kette, droht das Joch zu zerprengen, das ihm seit Jahrtausenden den Nacken wundreibt. Und wehe uns, wenn es ihm gelingt: Nalefund und Baltimore zeigten erst jüngst wieder von der Wut und Stärke des seiner Bande entledigten Feuers.

Die Edda erzählt von den Vermählungen der Asen, den unablässig wachenden, künftiges Verderben drehenden Feuerswölf in Fesseln zu schlagen. Doch die stärksten Bande zerreißt das Untier mit geringer Anstrengung. Erst mittels des von Zwergen angefertigten unscheinbaren Gleipnir, eines aus dem Haagentritt und dem Weiberbart, der Wurzel des Berges und den Sehnen des Bären, der Stimme des Fisches und dem Speichel des Vogels bereiteten Bandes, gelingt es, den Wolf zu fesseln und unschädlich zu machen. Wie die Götter das Kind Lokis, des Herrn der verderblichen Loh, so bändigte der Mensch die ihm so nützliche und doch so gefährliche Glut. Nachdem er sie lange auf der offenen Feuerstätte und im Kamin gehegt, kerkerte er sie in den geschlossenen Herd und in den Ofen ein. Die lodernde Fackel, das frei brennende Licht und der glimmende Glöckchen wichen immer kunstvolleren Beleuchtungsstrukturen, deren Zweck es war, die Flamme in stärkere Fesseln zu schlagen und zu erhöhter Leistung anzutreiben. Nachdem uns schon längst die in großen Zentralen erregte Arbeitskraft des Slaven, das Gas, in Wohnraum und Küche anstatt des Brennmateri als selbst gedient hat, ist nun die letzte Fessel, Gleipnir selbst, in Arbeit, jener unscheinbare, braune Strang, der uns die Kraft des Feuers in seiner Urform, dem Blitzfunken selbst, dienstbar macht.

Aber auch in dieser Form wird es uns kaum glücken, Lokis und seiner Tücken völlig Herr zu werden, solange es nicht gelingt, die Blitzlänge und ihre Brüder unschädlich zu machen. Und das will, wie die unablässige Zunahme der Blitzgefahr zeigt, trotz aller wohlgemeinten, zum Teile sehr beachtenswerten Vorschläge zur Abhilfe*) nicht gelingen. Beschäftigten wir uns deshalb, anstatt auf diese von der Praxis erst zu erprobenden Maßregeln einzugehen, hier lieber mit einigen interessanten Wirkungen und Formen des Blitzes.

Der Blitz als Photograph — während er sonst gewöhnlich als Photographierter auftritt. Auf einer Reise der „Galicia“ von der Hamburg—Amerika-Linie, eines Schiffes, dessen Kommando-Brücke in allen Holz- und Eisenteilen grau gestrichen war, bemerkte der zweite Offizier zufällig folgende Erscheinungen. Als er seine Handfläche unmittelbar nach einem grellen Blitzstrahl von einem Schrank abhob, wurde auf diesem klar und deutlich das genaue Schattenbild der Hand sichtbar, und zwar auf eine Dauer von fünf Minuten. Er setzte ein Peil-diopter auf einen Schrank und nahm es nach dem Ausflanken eines Blitzes wieder fort; die ganz genaue Wiedergabe des Geräts, einschließlich der Fäden, war das Ergebnis. Da auch das Deck grau angestrichen war, so nahm er einen Korkring und legte

ihn mit der den Namen tragenden Seite auf das Deck. Als er den Ring nach mehrmaligem Wippen aufhob, fand sich ebenfalls ein genaues Schattenbild vor, auf dem in dunkleren Tönen umgekehrt die Namen „Galicia“, Hamburg, zu lesen waren; die Dauer der Erscheinung war sieben Minuten. Während sämtliche Holzteile für diese Einwirkung des Blitzes empfänglich waren, aber nur in nassem oder feuchtem Zustande, wurde auf den mit derselben Farbe gestrichenen, galvanisierten Eisenteilen kein Eindruck hinterlassen. Eine chemische Untersuchung der Anstrichfarbe, die vielleicht das Rätsel lösen könnte, ist leider noch nicht erfolgt.*)

Eine noch eigentümlichere Wirkung eines Blitzschlages wird im „Vork. Tageblatt“ vom 10. August 1904 aus Morristown in New-Jersey berichtet. Dort wurde ein junger Mann, namens Abbot Parker, vom Blitze getroffen und von einer Ambulanz ins Allerseelenhospital geschafft. Nachdem man ihn ausgekleidet, fand man auf seinem Rücken eine wundte Stelle. Während nun die Ärzte und Wärterinnen um den Betroffenen beschäftigt waren, erschien genau in der Mitte zwischen seinen Schulterblättern allmählich das Bild eines Kreuzfuges. Dann entwickelte sich die Gestalt des an das Kreuz genagelten Christus, bis die genaue Wiedergabe der Kreuzigung in scharfen Umrissen vollendet war. Die Zuschauer waren von einem Gefühl geheimnisvollen Grauens erfüllt. Das Bild erschien am Freitag Abend, und Photographien des Rückens des vom Blitz Betroffenen, auf dem alle Einzelheiten deutlich zu erkennen sind, wurden überall in den Zeitungen veröffentlicht. Am Samstag und Sonntag entwickelte sich das Bild weiter, während der Mann bewußtlos blieb. Wieder zum Bewußtsein gelangt, erklärte Abbot Parker, er sei niemals tätowiert worden, und auch Sachverständige versichern, eine Tätowierung könne niemals so vollkommen ausfallen. Er ist Protestant und glaubt nicht an Wunder, während die im Hospital tätigen Nonnen darauf bestehen, daß sich ein solches ereignet habe. Männer der Wissenschaft, die befragt worden sind, gaben folgende natürliche Erklärung:

In der dem Bette, auf welchem Parker von den Ärzten untersucht wurde, gegenüberliegenden Wand hängt ein Kreuzfug. Parkers Haut sei durch den Blitzstrahl in eine äußerst empfindliche photographische Fläche verwandelt worden und habe so das Bild des Kreuzfuges aufgenommen. Eine ganze Anzahl ähnlicher Fälle hätten sich schon in den Vereinigten Staaten ereignet. Bei Parker sieht es aus, als ob die Photographie dauern wolle, da alle Einzelheiten des Bildes, selbst die Nägel an Händen und Füßen deutlich sichtbar sind. Das klingt zwar etwas amerikanisch; doch will man derartige photographische Wirkungen auch früher schon in Form von Blattabbildungen auf der Haut von Leuten, die unter einem Baume erschlagen wurden, bemerkt haben.

In den merkwürdigsten und frappantesten Erscheinungen, mit denen Mutter Natur den Beobachter zu erfreuen, nicht selten aber auch zu erschrecken vermag, gehört der Kugelblitz, eine Bezeichnung,

*) Prof. H. Franz: Über Blitzlichtvorrichtungen (Mitteil. des Deutschen u. Österr. Alpenvereins 1903, Nr. 6). Klimperl: Entstehung u. Entladung der Gewitter, sowie ihre Zerstreuung durch den Blitzkamm. Bremerhav. 1902.

*) Gaeta, Bd. 39 (1903), Heft 12 (nach Annalen der Hydrographie).

die der Eigenart des betreffenden Phänomens nicht ganz gerecht wird. Da nicht viele Leser einen Kugelblitz gesehen haben dürften, so folgen zunächst zwei Mitteilungen von Augenzengen aus Schäßburg in Siebenbürgen.

Hier bewohnte im Sommer 1905 auf dem Südostabhange des Siechhofberges der Herr Dr. Oberth samt Familie eine kleine Sommervilla. Frau Oberth war am 8. Juli des Jahres, in jener endlosen Regenseit, 5 Uhr nachmittags, allein zu Hause, als dunkle Gewitterwolken aufstiegen und bald darauf ein heftiger Regen in Begleitung einzelner Blitze niederprasselte.

Plötzlich flammte es vor dem Fenster, an dem die Dame saß, hell auf, während in dem im Nachbarzimmer befindlichen Telephon ein Geräusch entstand, ähnlich dem Knattern von Gewehrfeuer. Zugleich entzündete sich an der Verbindungstür der beiden Zimmer, die offen stand, in der Höhe der Türklinke ein Strahlenbündel, das an der Türkante herauszukommen schien. Die Erscheinung erinnerte in der Form an eine spitzblättrige, dichtgefüllte Axt, daran die Blätter durch scharfe, spitze Strahlen vertreten waren. Von einer 2–3 Zentimeter breiten Grundfläche ausgehend, erweiterte sich der Strahlenkranz bis zur Handtellergröße. Die längeren Strahlen erschienen dunkelkupferrot, die kürzeren in der Nähe der Basis gelb bis weißglühend. Das Ganze flammte auf und verschwand an derselben Stelle sofort wieder, ohne sich weiter zu bewegen. Nach kurzer Zeit hatte der Regen völlig aufgehört, und als nun die Augenzengen ins Freie trat, kamen ihr zwei Bekannte vor Schreck behebend entgegen. Diese berichteten, es sei plötzlich „wie eine feurige Kette“ an der Stadtseite ihrer Wohnung herpor- und an ihnen vorbeigekommen und vor der Villa unter merkwürdigem Knattern in die Telephonstange gefahren. Eigentlicher Donner wurde weder vor noch nach der Erscheinung gehört, abgesehen von einem leichten Rollen des Donners in der Ferne; Fenster und Türen erzitterten nicht. Dagegen vernahm man in der kaum einige hundert Schritt entfernten Nachbarvilla heftigen Donner, und Türen und Fenster erzitterten. Die Erscheinung ließ weder einen eigentümlichen Geruch noch Spuren der Geräusch- oder der Telephonstange oder Tür zurück.

Besser als dieser Vorgang, der von den sonst berichteten Kugelblitzen erheblich abweicht, entspricht die folgende, von Dr. Mäg und Frau zu dreien Malen, am 15., 14. und 16. September um 8 $\frac{1}{4}$, 9 $\frac{1}{4}$ und 8 $\frac{1}{2}$ Uhr abends beobachtete Erscheinung den gewöhnlichen Beschreibungen. Die Beobachter genießen von ihrer Wohnung am nördlichen Abhange des „Knoppberges“ den freien Ausblick nach Westen gegen ein mit uralten Eichen besetztes Plateau, die sogen. „Kahle Breite“.

Zu der genannten Zeit nun erschien an dem der Stadt zugekehrten Waldrande zwischen den Bäumen eine Feuerkugel von der schimmbaren Größe eines Kinderkopfes und intensiv roter Färbung. Die Lichtsphäre der Kugel war scharf abgegrenzt und zeigte weder Strahlen noch einen Lichthof. Die Kugel schien aus dem Walde herauszutreten, schwankte in zitternder Bewegung einmalhin und her, erhob sich hierauf über die Baumwipfel, so daß sie 10

bis 15 Meter über diesen frei schwebend, einen Augenblick ruhig verharrte. Hierauf bewegte sie sich, fortwährend zitternd, links und rechts, stieg wieder herunter und zog sich dann zwischen den Bäumen in den Wald zurück. Sämtliche Bewegungen wurden auffallend langsam ausgeführt, so daß die ganze Erscheinung vier bis fünf Minuten dauerte. Der Horizont war vollkommen klar, es waren sehr heiße Tage gewesen, und abends noch lastete schwüle, vollständig bewungslose Luft über der Gegend. Seit zwei vollen Wochen hatte es gar nicht geregnet. In dem letzten der drei Tage erschien die Feuerkugel, nachdem sie sich in den Wald zurückgezogen hatte, ein zweitesmal an demselben Rande, um dann sofort wieder zu verschwinden. Zugleich zeigte sich in der Ferne intensives Wetterleuchten.*)

Ist in diesem Falle die mehrmalige Wiederkehr der Feuerkugel an mehreren Tagen fast an derselben Stelle bemerkenswert, so zeichnet sich die folgende, ebenfalls in der „Meteorol. Zeitschr.“ veröffentlichte Beobachtung einer Dame, der Mutter des Prof. Mensberger in Brünn, durch die beträchtliche Anzahl der erschienenen Kugelblitze aus.

Am 21. Mai, nach heftigem Nachmittagsgewitter, gegen 9 $\frac{1}{2}$ Uhr abends, durch eine eigentümliche Helle aus Fenster gelockt, gewahrte die Dame im äußersten südlichen Winkel des Horizonts sehr rasch kommende und verschwindende Lichterscheinungen. Es zeigten sich große, helle Kugeln, größer als der Vollmond bei seinem Aufgange über den Bergen, dazwischen raketenähnliche Feuerstrahlen, die sich gegen oben garben- oder fächerartig ausbreiteten und von dem Kanne des Gebirges auszugehen schienen. Einmal sah es aus, als ob plötzlich ein feuriger Berg emporschosse, anzusehen wie ein rötlicher Eisberg und mit scharfen Umrisßen. Alle diese Erscheinungen verbreiteten in ziemlich weitem Umkreise eine blühartige Helle, so daß nicht nur die Formen der Berge deutlich zu sehen waren, sondern auch ein paar ganz leichte Wölkchen, die man inzwischen nicht gewahrte, in der Gegend sichtbar wurden. Dazwischen fuhren einige gewöhnliche Blitze nieder oder erhellte Wetterleuchten den Horizont. Die Zeit zwischen den einzelnen Erscheinungen waren sehr kurz, die Beobachterin konnte oft nur bis acht oder zehn zählen, einmal bis zur doppelten Zeit, nur einmal bis 24. Sonnenähnliche, freischwebende Kugeln dürften es sechs bis acht gewesen sein.

Der Kugelblitz ist nur eine der vielen Formen, welche der Blitz anzunehmen vermag. Man kennt linienförmige, geschlängelte, mäandrierte, rosenkranzartige, sternförmig ausstrahlende Blitze, breite Blitzbänder. Sichere Vorstellungen über Gestalt, Bau und Zeitdauer der Blitze läßt sich nur mittels der Photographie gewinnen. Was diese bisher ermittelt hat, sagt Prof. W. Prinz in einer Studie zusammen, deren wichtigste Ergebnisse etwa folgende sind:**)

Der Blitz ist ein leuchtender, welliger, spiralförmiger oder lockiger Strahl mit zahlreichen Verzästelungen. Letztere sind manchmal selten, fehlen sogar völlig, so daß der Blitz als einfache Linie er-

*) Meteorol. Zeitschrift, Bd. XX (1903), Heft 17.

**) Annales météorol. de l'Observatoire royale de Belgique, Bd. 14 (1903). Gaea, Bd. 39 (1903), Heft 12.

scheint, was besonders bei horizontalen Entladungen der Fall zu sein scheint. Die heftigen vertikalen Entladungen sind nur in gewissen Fällen geradlinig und unverzweigt. Die rosenkranzförmigen und die sogenannten strahlenden Blitze müssen noch durch die Photographie näher festgestellt werden.

Der Blitz kann momentan, im gewöhnlichen Sinne des Wortes, sein. Am häufigsten ist er zusammengefaßt aus einer Reihe momentaner Entladungen, die einander in unregelmäßigen Zwischenzeiten von meßbaren Bruchteilen einer Sekunde folgen. Sie sind selten zahlreicher als sechs oder sieben, und da sie fast immer einen und denselben Weg einschlagen, in Abständen von etwa ein Zehntelsekunde oder weniger, so dauert der ganze Blitzschlag oft eine halbe Sekunde oder länger. Diese Teilentladungen werden nach ihrer Auseinanderfolge immer schwächer. Gewöhnlich zeigt die erste und stärkste allein nur Verzweigungen. Seitliche Ausströmungen sind meist von kürzerer Dauer als die teilweisen Hauptentladungen und können sich mit dem Hauptstamme wieder vereinigen.

Wizweilen kommen gleichzeitig oder schnell hintereinander aus derselben Wolkengruppe vielfache Blitze. Vielleicht handelt es sich dabei um eine besondere Art benachbarter, aufeinanderfolgender Entladungen, die, statt den gleichen Weg einzuschlagen, wie dies der Fall bei gewöhnlichen Blitzen, verschiedene Bahnen durchmessen.

Die photographischen Aufnahmen bestätigen die durch Augenschätzungen gefundenen Blitzlängen von 10 Kilometern und darüber. Alles was über die Struktur der glühenden Blitzader, ihre Streifung, ihr handförmiges Aussehen und die Breite des Bandes behauptet worden ist, beruht auf Auslegung unvollkommener photographischer Bilder. Ein gleiches gilt von den angeblich schwarze Ächsen oder schwarze Abzweigungen zeigenden Blitzen. Demnach könnte auch das merkwürdige Blitzband, das nach einer Aufnahme v. Szalays im vorigen Jahre (S. 86) abgebildet war, auf einer Täuschung durch den Apparat beruhen, sei es, daß eine Erschütterung des Apparats oder ein Mangel der Objektlinse diese auf 12 Meter oder mehr berechnete Breite des Bandes vortäuschte.

In allen Fällen vertikaler Blitze hat sich gezeigt, daß der elektrische Strahl tatsächlich von der Wolke gegen die Erde, niemals umgekehrt zuckt, während man bisher auch das Aufsteigen aufwärts schlagender Blitze annahm. Ebenso haben die Untersuchungen nichts ergeben, was mit der Vorstellung einer oszillierenden Entladung, eines Hin- und Herbewegens des Blitzstammes in seiner Bahn, zu vereinigen wäre.

Prof. Prinz ist der Überzeugung, daß die Verwendung großer chronographischer Apparate, welche die flüchtige Blitzerscheinung vollständiger zu zerlegen gestatten, ferner die Anwendung des Stereoskops und die Aufnahme des Spektrographen noch weitere wichtige Aufschlüsse über die Beschaffenheit des Blitzes abgeben werden.

Wenn wir die gewaltigen Mengen von Elektrizität, die bei einem Gewitter zur Entladung kommen, uns vergegenwärtigen — Prinz photographierte einen Blitz von mindestens 12 Kilometern,

andere Beobachter wollen sogar solche von 15 und 49 Kilometern Länge festgestellt haben —, so erscheint die Frage nach der Quelle solcher Spannungen gewiß dringend. Sie zu beantworten ist man natürlich auch im vergangenen Jahre eifrig bemüht gewesen. Besonders zwei auf ganz entgegen gesetztem Boden stehende Hypothesen erscheinen beachtenswert: die eine sieht die Quelle der atmosphärischen Elektrizität ausschließlich in der Erde, die andere allein in der Sonne.

Prof. H. Ebert, der Vertreter der ersten Anschauung, hat seine dem Leser schon bekannte Erklärung der Entstehung elektrischer Differenzen zwischen Luft und Erde (S. II. Jahrg., S. 85) beträchtlich gemodert und erweitert.*) Als eine besonders wichtige Aufgabe der herrschenden elektrischen Theorien bezeichnet er es, die eigentliche Ursache zu erklären, daß, abgesehen von gelegentlichen, aber vorübergehenden Störungen, die Atmosphäre gegenüber der Erdoberfläche stets positiv geladen erscheint, und daß sich das dadurch bedingte „normale“ elektrische Kraftfeld der Erde mit wesentlich derselben Vorzeichenverteilung dauernd erhält. Dies muß nun so wunderbarer erscheinen, als der Atmosphäre allerorten und jederzeit eine gewisse Leitfähigkeit zukommt, insofern der stets in ihr vorhandenen, freibeweglichen „Gasionen“. Diese natürliche Leitfähigkeit muß den Spannungsunterschied zwischen dem Erdboden und den darüber lagernden Luftschichten in kürzester Zeit ausgleichen, wenn nicht eine andere, ebenfalls dauernd wirksame Ursache denselben immer wieder herstellt.

Diese Ursache sieht Prof. Ebert in den radioaktiven Stoffen des Erdinnern. Die heißen Mineralquellen der Stadt Bath teilen den ihnen entströmenden Gasen eine geringe Menge Helium mit, während ihre Ablagerungen in merkwürdigen Quantitäten Radium enthalten, welches durch spontane Umwandlung langsam in Helium übergehen kann. Da die Wasser der Mineralquellen aus großen Tiefen stammen, so ist wahrscheinlich auch die mitgeführte Radiumemanation in der Erdtiefe vertreten.

Diese radioaktive Emanation von Wasser und Ölquellen hat F. Himmstedt durch zahlreiche Versuche bestätigt.**) Danach besitzt das Wasser aller Quellen und ebenso frisch heraufgeholt es Grundwasser die Fähigkeit, die hindurchgepreßte Luft elektrisch leitend zu machen, eine Eigenschaft, die allen oberflächlich fließenden Gewässern zu fehlen scheint. Himmstedt hat Quellen, aus dem Gneis, aus Kalkstein, Buntsandstein kommend, ferner solche vulkanischer Natur, vom Kaiserstuhl, Baden-Baden, Wildbad, Gachingen u. a. untersucht. Alle kalten Quellen zeigten ungefähr gleich starke Wirkung, die Thermalquellen eine größere, zum Teile sehr große Wirkung. Bei der Marquelle von Baden-Baden z. B. genügte die Emanation aus $\frac{3}{4}$ Liter Wasser, um den 50 Liter Luft des Versuchsgefäßes eine etwa vierzigmal größere Leitfähigkeit zu geben.

Diese Emanation, welche die Luft beim Durchstreichen durch aktives Wasser mit sich nimmt, kann sie an andere, zuvor unwirksame Flüssigkeiten ab-

*) Meteorol. Zeitschrift, Bd. XXI (1904), Heft 5.

**) Berichte der Naturf.-Ges. Freiburg i. B., Bd. 14, H. 181 f.; Physikalische Zeitschr., 5. Jahrg., Nr. 8 (1904).

geben und letztere dadurch aktiv machen. Die größte Aufnahmefähigkeit zeigen dabei die Kohlenwasserstoffe. Ein Liter Petroleum z. B. vermag, wenn man es durch Hindurchleiten von aktiv gemachter Luft zu sättigen versucht, zwanzigmal so viel Emanation aufzunehmen als ein gleiches Quantum Wasser.

Es wäre demnach wunderbar, wenn sich Petroleum frei von radioaktiver Emanation zeigt. Das käufliche Erdöl freilich ist nicht aktiv, was sich aber leicht daraus erklärt, daß es einer Destillation unterworfen wird, die, ähnlich wie das Sieden, die gasförmige Emanation austreibt. Degegen zeigten zwei direkt an den Bohrstöckern der Elsäßischen Petroleumgesellschaft aufgefangene Proben sich als aktiv.

Mit dem Unterschiede der Aufnahmefähigkeit von Wasser und Kohlenwasserstoffen macht uns auch folgender Versuch bekannt. Ein Liter Wasser und ein Liter Petroleum werden ihrer Aktivität durch einstündiges Hindurchblasen von Zimmerluft beraubt. Stellt man nun beide Flüssigkeiten in flachen Glasschalen nebeneinander in einem Keller auf — Kellerauft zeigt sich aktiv — und untersucht sie nach drei Wochen, so sind beide aktiv geworden; das Petroleum enthält jedoch, seiner größeren Aufnahmefähigkeit entsprechend, bedeutend mehr Emanation als das Wasser.

Ähnlich wie die Emanation des Quells und Grundwassers von verschiedenen Flüssigkeiten verschieden stark absorbiert wird, wird auch die Radiumausstrahlung von diesen Flüssigkeiten in verschiedenem Grade aufgenommen.

Aus seinen Versuchen glaubt Prof. Himstedt den Schluß ziehen zu können, daß sich in der Erde weitverbreitet, vielleicht überall, radioaktive Stoffe befinden, von denen eine gasförmige Emanation ausgeht, die von Wasser und Erdöl absorbiert wird, mit ihnen an die Erdoberfläche kommt und sich dann dort in der Luft zerstreut. Möglicherweise ist diese Erdemanation wessensgleich mit der Radiumemanation; das würde dann heißen, daß entweder die Uranerze, aus denen letztere stammt, sehr weit verbreitet sein müssen, oder aber daß es noch andere Stoffe gibt, die, wenn auch vielleicht in viel geringerem Maße, die Fähigkeit besitzen, eine Emanation abzugeben. Die starke Aktivität der Thermalwässer ist vielleicht nicht ohne Bedeutung für ihre Heilwirkung. In diesem Falle wäre es leicht begreiflich, daß diese Wasser, wie man wohl als feststehend ansehen darf, durch das Verdrängen so schnell und stark an Heilkraft verlieren können.

Da einerseits die Aufnahmefähigkeit des Wassers wie die des Petroleums für diese Emanation, wie die Versuche ergeben, mit steigender Temperatur abnimmt, andererseits trotzdem die Thermalquellen eine besonders große Aktivität zeigen, so drängt sich die Annahme auf, daß vielleicht in größeren Tiefen der Erde bedeutendere Mengen radioaktiver Mineralien enthalten sind als in den oberen Schichten; ja, nach den Beobachtungen Curies von der fortgesetzten Wärmentwicklung des Radiums wäre die Frage nicht unberechtigt, ob nicht möglicherweise die radioaktiven Bestandteile des Erdinneren bei der Erklärung der Erdtemperatur in Betracht zu ziehen sind.

Aber nicht nur in den Wassern der Tiefe, auch im Erdboden an Orten, wo dies früher nicht vermutet werden konnte, ist radioaktive Substanz, namentlich Radium, in Spuren enthalten. Ihre Emanation oder Auströmung (s. das physikalische Kapitel) ist es, die der Bodenaft die auffallend erhöhte Ionisierung verleiht, besonders auch der Luft in Kellern und Höhlen ein abnorm gesteigertes Leitvermögen für Elektrizität erteilt. Dringt nun diese stark ionisierte Luft aus dem Erdboden heraus, in die freie Atmosphäre, so muß sie bei ihrer Wanderung durch die feinen Poren des Bodens (Erdfapillaren) an die Wände derselben vorwiegend negative Ladungen abgeben.

Hier wollen wir, da manchem Leser der moderne Begriff der Ionisierung vielleicht nicht geläufig ist, einen Augenblick bei denselben verweilen. Man kann sich vorstellen und nimmt gegenwärtig vielfach an, daß die Elektrizität keine „Kraft“ sei, sondern wie die Materie aus gesonderten unteilbaren Partikeln, den Elektronen, bestehe, die sich ähnlich wie einwertige Atome irgend eines anderen Elements mit materiellen Atomen verbinden können. Auch können je ein positives und ein negatives Elektron sich zu einem elektrisch neutralen Atom, einem Neutron, verknüpfen, und diese Neutronen sind, nach Anschauung mancher Forscher, wie der Lichtäther überall vorhanden. Die Verbindung eines aus seinem neutralen Zusammenhange gerissenen Elektrons mit einem materiellen Atom bezeichnet man als Ion, ein Wandermoles, da die Elektronen, namentlich die negativen, als sehr leichtbeweglich gedacht werden und deshalb die materiellen Atome mit sich fortreißen. So entsteht durch Verbindung eines Wasserstoffatoms mit einem negativen Elektron ein negatives Wasserstoffion, mit einem positiven Elektron ein positives Wasserstoffion. Eine der auffallendsten Eigenschaften radioaktiver Stoffe ist nun ihre Fähigkeit, die Luft in Teilchen mit elektrischer Eigenladung zu zerlegen, sie zu ionisieren. Diese Ionisierung trifft natürlich nicht nur die atmosphärische Luft, sondern, wenn wir uns den Reichtum in der Erde an radioaktiven Stoffen und ihren Emanationen vergegenwärtigen, vor allem die in den Erdhöhungen und Erdfapillaren enthaltene Bodenaft. (S. auch „Elektronentheorie“, II. Jahrg., S. 84.)

Die Untersuchungen mehrerer Forscher haben übereinstimmend ergeben, daß ein ionisiertes Gas, wenn es aus Gebieten stärkerer Ionenkonzentration durch enge Kanäle oder Röhren in Gebiete niedriger Ionenanammlung überströmt, elektrische Ladungen abgibt. Ist die Ionisierung normal, d. h. sind gleichviel + Ionen wie — Ionen in der Raumeinheit enthalten, was zunächst wenigstens immer in der Nähe des die Ionisation bewirkenden Körpers stattfinden wird, so wird negative Elektrizität in überwiegendem Maße abgegeben. Erst wenn dadurch ein Überschuß an positiven Ionen eingetreten ist, kann die ionisierte Luft auch positiv elektrifizierend wirken.

Das ist also der Grund, weshalb die aus dem Erdboden dringende stark ionisierte Luft bei ihrer Wanderung durch die Erdfapillaren an deren Wände vorwiegend negative Ladungen abgibt; so tritt sie mit einem Überschuß an positiven Ionen aus dem Erdboden heraus und wird von hier aus durch

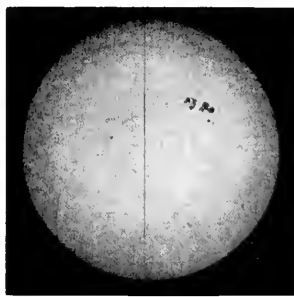
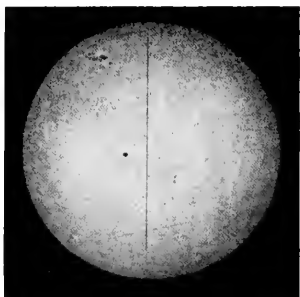
Winde, aufsteigende Luftströme oder allmähliche Mischung der Luftschichten auch den höheren Teilen der Atmosphäre mitgeteilt. Hierdurch erklärt sich die negative Eigenladung der Erde, sowie der Überschuß an freien $+$ Ionen in der Atmosphäre, namentlich in ihren unteren Schichten, wo er durch direkte Ionenzählungen in der natürlichen Luft nachgewiesen werden könnte. Damit erklärt sich auch die Erscheinung des permanenten Erdsfeldes mit nach oben hin positivem Gefälle. Dieses wird nur gestört, wenn Niederschläge oder abnorme elektrische Verteilungen den geschilderten Verlauf vorübergehend überdecken.

Indem wir hinsichtlich der weiteren Beweise, welche Prof. Ebert für seine Theorie heranzieht, auf die Abhandlung (Über die Ursache des normalen atmosphärischen Potentialgefälles und der negativen Erdladung) selbst verweisen, wenden wir uns der zweiten Hypothese zu, welche, da auf völlig anderen, von der Wissenschaft noch nicht anerkannten Grund-

„Die Sonne ist der Alchymist.“ —

Halten es nun auch die Physiker in diesem einen Falle, der Abhängigkeit des positiven atmosphärischen Gefälles, mit der Erdladung, so sind sie doch in den meisten übrigen Punkten, die das Wetter angehen, der Ansicht, daß die Sonne der Wetter-Sauberer sei. Während jedoch bisher die Sonnenflecken und ihre größere oder geringere Häufigkeit als das Störende galten, neigt man jetzt mehr und mehr der Meinung zu, daß die Sonnenflecken und Protuberanzen die wirklichen Wettermacher sind.

Besonders gut illustriert wird die Abhängigkeit der meteorologischen Verhältnisse auf Erden von den Vorgängen auf der Sonne durch die enge Verknüpfung der erdmagnetischen Ungewitter mit den Sonnenflecken. Nach den Beobachtungen, welche Wilh. Krebs zu Münster in Obersaß in der dem 12. April 1905 voranzugegangenen



Sonnenflecke am 12. Oktober 1905.

lagen beruhend, hier nur in Kürze erwähnt werden kann. Dr. H. Rudolph*) hat schon seit 1898 in mehreren Schriften die Theorie vertreten, daß die Erde überhaupt keine negative Eigenladung habe, daß der Überschuß der Atmosphäre an positiven Ionen von der Sonnenstrahlung herrühre, die an der Tagseite der Atmosphäre, besonders aber an der Randzone, mit schiebem Strahlendurchgange wirke. Die Ionisierung werde besonders von ultravioletten und den wahrscheinlich ebenfalls von der Sonne ausgesandten Kathodenstrahlen bewirkt. Während die anderen Theorien das Überwiegen der positiven Ionen in der Atmosphäre in der Nähe der Erdoberfläche oder wenigstens in den unteren und mittleren Luftschichten entstehen lassen, hat nach H. Rudolphs Ansicht die positive Ladung ihren Ursprung schon in den ganz hohen Schichten und die negative Ladung der Erde ist nur eine scheinbare. Er glaubt durch seine Theorie nicht nur den innigen Zusammenhang zwischen Erdmagnetismus und Luftelektrizität, sondern auch die enorm gesteigerte Leitfähigkeit und positive Unipolarität der Luft des arktischen Gebietes während der Sommermonate erklären zu können.

Woche machte, teilte sich am 6. und 8. April je ein vorher einfach erscheinender Sonnenfleck und wechselte gleichzeitig die Richtung seines Fortschreitens. Die beiden Beobachtungen ließen auf häufige Eruptionstätigkeit an der Sonnenoberfläche schließen. Die Teilung im besonderen kann erklärt werden entweder aus einer Trennung, welche die zurückstinkenden gekühlten Massen des Fleckes durch eine zwischen sie schlagende Kackel erlitten, oder aber aus ihrer Zerspaltung durch Explosions- und Schwingkräfte. Für letzteres spricht, daß die Teilung des ersten Sonnenflecks auch am 7. April bestehen blieb.

Am 6. April nun trat zu Pola, dem österreichisch-ungar. Kriegshafen an der Adria, eine ungewöhnliche Störung des Erdmagnetismus, ein etwa von Mitternacht bis Mitternacht während des Ungewitters, ein — das größte seit dem 3. Mai 1900. Auch das Pariser Observatorium meldete vom 6. April eine starke Störung. Noch stärker aber als in Pola trat sie zu Manila auf den Philippinen ein, und zwar genau zu demselben Zeitpunkt. Pola ist mehr als dreimal so weit wie Manila vom Erdäquator entfernt. So drängt sich die Vermutung auf, daß es die durch jene Fleckenteilung sichtbar gemachte Steigerung der Eruptionstätigkeit in der Äquatorgegend der Sonne

*) Meteorol. Zeitschrift, Bd. XXI, Heft 5.

war, welche gerade im Äquatorialgebiete der Erde größere magnetische Störungen hervorrief als in höheren Breiten.

Diese Annahme wird durch das weitere Verhalten des Erdmagnetismus im April 1903 bestätigt. In Manila war am Abend des 7. die Ruhe vollkommen wiederhergestellt. Als am 8. April die zweite Fleckenteilung, und zwar in mittleren Breiten der Sonne stattfand, zeigte sich in Manila keine Störung. Dagegen wurde vom Pariser Observatorium vom 8. zum 9. eine neue Störung gemeldet, deren Anheben zeitlich in guter Übereinstimmung mit der von Krebs am Nachmittag des 8. beobachteten Fleckenteilung stand.

Eine weitere Bestätigung dafür, daß der gesteigerten Eruptionstätigkeit in gewissen Breiten der Sonne magnetische Störungen in denselben Breiten der Erde entsprechen, lieferten die manchem Leser vielleicht noch erinnerlichen, in allen Zeitungen berichteten Vorgänge des 31. Oktober 1903. Dieses gewaltige erdmagnetische Ungewitter zeigte sich erstens durch die stundenlang währenden Betriebsstörungen der dem Telegraphen- und Bahnverkehr dienenden elektrischen Leitungen in Westeuropa und zweitens durch Nordlichterscheinungen in Mittels-, Nord- und Westeuropa, Sibirien und Nordamerika. Die Störung war auch auf der Tropenstation Manila wahrnehmbar, nahm jedoch von hier aus nach den Parallelgraden von Potsdam und Wilhelmshaven in jeder Hinsicht — Deklination, Horizontal- und Vertikalintensität — bedeutend zu. Eine vor dem 31. Oktober beobachtete, aus fünf Flecken gebildete Sonnenfleckengruppe, am 31. ungefähr auf dem mittleren Meridian der Sonnenscheibe, in mittleren Breiten ihrer Südhälfte, gelegen, wies am 1. November neun, vielleicht gar elf Flecken auf, hatte also eine besonders kräftige Zersprengung erlitten. Wahrscheinlich traten erdmagnetische Störungen gleichzeitig auf der südlichen Halbkugel auf, worauf frühere Beobachtungen wenigstens schließen lassen, nach denen die zuerst im Jahre 1888 von André behauptete Allgemeinheit der starken magnetischen Störungen für die ganze Erde kaum mehr zweifelhaft sein kann.

Bisher ist, wie Krebs betont, beim Vergleich der Sonnentätigkeit mit den erdmagnetischen Schwankungen, dem bloßen Abzählen der Flecken und dem Suchen nach übereinstimmenden periodischen Auftreten eine allzu große Bedeutung zugemessen. Es sollte mehr Gewicht auf die, beträchtliche Störungen in der Sonnenoberfläche verratenden plötzlichen Veränderungen eines Sonnenflecks und die gleichzeitigen auffallenden Schwankungen der erdmagnetischen Elemente gelegt werden. Und nicht letztere allein, auch die meteorologischen Nebenumstände sollten beobachtet werden. Es zeigten sich z. B. nach den magnetischen Ungewittern vom 6. und 8. April bei einem Schneefall am 9. Flecken von ganz ungewöhnlicher Größe (5 bis 4 Quadratzentimeter) und Schwere (1 bis 2 Gramm). Am Abend des 31. Oktober sah Krebs ein eigenartiges rotes Leuchten auf der beghnigen Rückseite einer abziehenden Lage von Hochnebel, und zwar am Südkimmel und nicht zu verwechseln mit dem eine halbe Stunde später auftretenden Nordlicht. Ob solche Er-

scheinungen, ob ferner die starken Niederschläge des April 1903 und der Wolken- und Nebelreichtum des November mit jenen Sonneneruptionen zusammenhängen, könnte nur durch zahlreiche und sorgfältige Beobachtungen festgestellt werden.*)

Svante Arrhenius, der die Nord- und Südlichtererscheinungen und die magnetischen Ungewitter auf Erden für Wirkungen der elektrischen Strahlung der Sonne ansieht, hat die Frage aufgeworfen, wie langer Zeit es bedarf, bis sich der Einfluß eines Sonnenflecks auf die Erdatmosphäre bemerkbar macht. Leider zieht er dabei nicht, wie Krebs, die gewaltigen eruptiven Störungen der Flecken in Betracht, sondern berücksichtigt nur die ihm am wirksamsten erscheinende Stellung des Flecks, nämlich die Stellung im zentralen Meridian der Sonne.

Negative Ionen (s. II. Jahrbuch, S. 84) verdichten Dämpfe leichter, als positive es tun. Zweifelloß werden die Gase in der Sonnenatmosphäre tatsächlich durch die ultraviolette Strahlung ionisiert. Wir müssen demgemäß annehmen, daß sich unter den Tröpfchen, welche durch Kondensation in der Sonnenatmosphäre entstehen, weit mehr negativ als positiv geladene befinden. Da diese Tröpfchen durch den Strahlungsdruck fortgetrieben werden, so laden sie die Atmosphären der Himmelskörper, z. B. der Erde, die sie treffen, mit negativer Elektrizität, und zwar so lange, bis die Ladung so groß ist, daß Entladungen erfolgen; hierbei bilden sich Kathodenstrahlen, welche die Ladung ins Weltall zurückwerfen.

Eine Berechnung der Schnelligkeit, mit der diese Teilchen sich durch den Raum bewegen, ergibt, je nachdem man die Größe, das spezifische Gewicht und die Durchsichtigkeit der Tröpfchen annimmt, verschiedene Ergebnisse. Ein durchscheinendes Partikeln könnte die Erde $1\frac{1}{2}$ mal schneller erreichen als ein vollkommen schwarzes, nämlich in ungefähr 46 Stunden. Damit stimmt überein, wenn Riccò schon 1892 in sechs Fällen starker magnetischer Stürme feststellt, daß diese durchschnittlich $45\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Durchgange eines großen Sonnenflecks durch den Zentralmeridian der Sonne auftraten. In einem Falle betrug der Zeitunterschied freilich nur 20 Stunden.

Natürlich kann, da die Sonnenflecken auch schon vor dem Erreichen ihrer zentralen Stellung wirken müssen, der magnetische Sturm auch früher eintreten; seine größte Stärke jedoch scheint er immer erst in der angegebenen Zeit, nach einer anderen Berechnung auch in $42\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Fleckendurchgang durch den mittleren Meridian, zu erreichen.

Im Anschluß an diese Berechnung erörtert Arrhenius noch die Frage, wie bei dieser fortgesetzten Verausgabung negativer Elektrizität das elektrische Gleichgewicht der Sonne Bestand haben könne. Er findet auf Grund von Berechnungen, auf die wir hier nicht eingehen können, daß die Sonne sich zur Deckung ihrer Ausgaben auf den Elektronenfang verlassen muß und daß es ihr gelingt, alle Elektronen aus dem Weltraum, die ihr näher kommen, als der Abstand von $1\frac{1}{4}$ Lichtjahren beträgt, aufzugreifen und sich einzuverleiben. Da unser nächster Stern (α Centauri) ungefähr vier und auch andere Sterne

*) Das Weltall, 4. Jahrgang 1904, Heft 19.

weniger als zehn Lichtjahre von uns entfernt sind, so ist es offenbar, daß die negativen Elektronen, die von Anhäufungen negativ geladener Tropfen — kosmischen Nebeln oder Meteoriten — ausgestrahlt werden, im allgemeinen nicht an vielen Sonnen vorüberkommen können, ohne aufgefangen zu werden. So bekämen die Sonnen durchschnittlich aus dem Weltall so viel negative Elektrizität zurück, als sie verlieren.

Dieser Ausgleich zwischen Verlust und Gewinn beruht auf der Annahme, daß für die Teilchen, welche von der Sonne fortgeschleudert, andere als elektrische Kräfte, nämlich der Strahlungsdruck, wirksam sind, während für die von der Sonne eingefangenen negativen Elektronen andere Kräfte als die elektrischen völlig bedeutungslos sind.**)

Zum Schluß sei erwähnt, daß auch der große englische Physiker Lockyer die Ursache der magnetischen Stürme und Polarlichter nicht in den Sonnenflecken, sondern in den fackeln und namentlich in den polwärts gelegenen Protuberanzen der Sonne sieht. Eine zusammenfassende Arbeit über Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht und ihre Beziehungen zu außerirdischen Einflüssen bietet A. Hippoldt jun.**)

Unbestritten bleibt der Einfluß des gewaltigen Alchemisten freilich auch in diesem Falle nicht. Prof. Dr. Franz, der Direktor der Breslauer Sternwarte, schrieb der „Breslauer Zeitung“ gelegentlich des magnetischen Ungewitters vom 31. Oktober 1905:

„Die Ursache dieser interessanten Erscheinung liegt außerhalb der Erde. Bei ihrer Bahnbewegung trifft die Erde nämlich zeitweise mit kosmischen Wolken von Eisenstaub zusammen, und diese gruppieren sich dann unter dem Einflusse des Erdmagnetismus in der Nähe der magnetischen Pole in sogenannten Kraftlinien und werden, indem sie mit kosmischer Geschwindigkeit in die oberen Schichten der Atmosphäre eindringen, durch Reibung glühend und leuchtend. Ihre Strahlenbüschel konvergieren (laufen zusammen) nach den magnetischen Polen der Erde, zugleich stören sie durch Wechselwirkung den normalen Magnetismus der Erde, indem sie eine Influenz hervorrufen, und senkrecht zur magnetischen Störung laufen induzierte elektrische Ströme von West nach Ost durch die Erde.“ Daß diese zwar interessante, aber auf gar keine positiven Beweise gestützte Annahme den Beifall der Physiker und Meteorologen finden wird, läßt sich kaum annehmen.

Regen und Winde.

Man sollte kaum annehmen, daß eine so alltägliche Erscheinung, wie der Regen, abgesehen von der Beobachtung und Erklärung ungewöhnlich starker Regenfälle, noch Anlaß zu besonderen Betrachtungen bieten könne. Dennoch hat P. Lenard***) solche ange stellt, und man kann nur sagen, daß sie nicht zwecklos gewesen sind.

Sowohl hinsichtlich des Vorganges der Auflösung, des Aufstoßes, ohne welchen Wolken nicht regnen, als auch hinsichtlich der darauffolgenden Ereignisse, welche das Herabfallen des Wassers begleiten, bietet der Regen noch viel fragliches.

Wie lange kann ein Tropfen in der Luft schweben und wie schnell fällt er? Die Fallgeschwindigkeit, nach Metern in der Sekunde angegeben, ist natürlich von der Größe der Tropfen abhängig, denn je größer der Tropfen, desto schneller fällt er, desto mehr Widerstand der Luft hat er aber auch dabei zu überwinden. Die früher berechneten Fallgeschwindigkeiten stimmen nun aber mit den von Lenard bei seinen Versuchen beobachteten nicht überein: ein Tropfen von 128 Millimeter Durchmesser z. B. sollte in der Sekunde 505 Meter fallen, er fällt aber nur 48 Meter. Ein 450 Millimeter-Tropfen fällt 805 Meter (gegen 106 berechnete Meter), ein 656 Millimeter-Tropfen gar nur 780 (gegen 126).

Man sieht daraus, daß bei wachsender Tropfengröße die Fallgeschwindigkeit nicht entsprechend wächst, sondern sehr schnell einen Grenzwert — ungefähr 8 Meter in der Sekunde — erreicht; bei wachsender Tropfengröße nimmt sie sogar noch ein wenig ab. In allen Fällen aber ist der wirkliche Luftwiderstand größer als der berechnete. Das rührt daher, daß die fallenden Tropfen nicht, wie die Berechnung annimmt, den Durchmesser von Kugeln behalten, sondern beträchtlich deformiert, und zwar von oben nach unten abgeflacht sind. Sie werden dadurch breiter und der Luftwiderstand dementsprechend größer; deshalb fallen sie langsamer, als wenn sie Kugeln blieben. Die Abflachung schreibt Lenard nicht dem senkrecht zur Tropfenoberfläche gerichteten Druck zu, sondern den tangentialen Reibungskräften der Luft, welche allmählich die ganze Masse des Tropfens in wirbelnde Bewegung bringen. Eine solche Bewegung muß durch ihre zentrifugalen Kräfte zunächst den Tropfen abflachen, dann aber, wenn die Fliehkraft genügende Stärke erlangt, ihn zu einem horizontalen Ringe öffnen, der schließlich in einen Kranz kleinerer Tropfen zerfällt.

Man große Tropfen wurden häufig unterwegs zerstört, besonders durch den Wind. Regentropfen bis zu 4 Millimeter Durchmesser werden unter allen Winderhältnissen unverfehrt ihren Weg durch die Luft finden, solche von 55 Millimetern oder gar größere nur für die Dauer weniger Sekunden bestehen können. Fallen, wie das bei Platzregen (Wolkenbrüchen) und Tropenregen vorkommt, größere Tropfen (67 und 75 Millimeter = 016 und 020 Gramm Gewicht), so muß eine fortwährende Umwandlung der Tropfen in der Luft stattfinden, derart, daß jeder Tropfen, der 55 Millimeter bereits erreicht hat, zerfährt, die größeren Bruchstücke im Fallen durch Vereinigung mit kleineren, auf die sie stoßen, wieder anwachsen, um darauf wieder zu zerprühen und so fort. Als eigentliche Regentropfen bezeichnet man meist nur solche von 05 Millimeter aufwärts, da die kleineren durch das Aufsteigen der Luft gewöhnlich vom Herabfallen abgehalten werden.

*) Proceedings of the Royal Soc. vol. 73, Nr. 495.

**) Samml. Götschen, Leipzig 1903.

*** Meteorol. Zeitschrift, Bd. 21 (1904), Heft 6.

Dieses Aufsteigen der Luft ist, weil es den Wasserbedarf liefert, Vorbedingung für jeden Regen; doch genügt für die Wassermengen der allermeisten Regen schon sehr geringe Luftgeschwindigkeiten. Es würde für einen bei 20 Grad gesättigten Luftstrom von 1·2 Metern in der Sekunde aufsteigender Geschwindigkeit die Abkühlung auf 6 Grad genügen, um einen Wolkenbruch wie den vom 5. Juli 1899 abends 9 bis 10 $\frac{1}{2}$ Uhr zu liefern; derselbe ergab während seiner heftigsten Periode 0·72 Millimeter Regenhöhe in der Minute. Ein solcher Luftstrom würde nur noch die feinsten Tröpfchen unter 0·2 Millimeter Durchmesser am Fallen verhindern, kann aber den anderen gegenüber als nicht vorhanden angesehen werden.

Stärker aufsteigende Luftströme werden dagegen einen bedeutenden Einfluss auf den Charakter der unten ankommenden Tropfenmischung haben. Eine Geschwindigkeit von 8 Metern in der Sekunde aufwärts würde sogar alles Herabfallen von Regen verhindern, darüber hinausgehende Geschwindigkeiten könnten, solange und soweit sie bestehen, beliebig große Wassermengen in beliebige Höhen hinaufheben. Liegt die Grenze der Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstromes nicht weit unter 8 Metern in der Sekunde, so wird den weit emporgetragenen Tropfen Zeit zum Anwachsen gegeben, der Vorgang des Zerfahrens und Wiedervereinigens wird sich abspielen. Dann werden, wenn Wind einsetzt, zeit- und stellenweise überwiegend Tropfen größeren Kalibers oder — wenn oben Frieren stattgefunden hat — Hagelförner von solchen selbst getriebenen Massen herabkommen, während die gleichzeitig direkt aus der Wolke fallenden Tropfen viel kleiner sein müssen. Einen solchen Regen, in dem größte, oben noch eisenfähige Tropfen mit kleinen vermischt fallen, während die Zwischenstufen fehlen, nennt Lenard einen „tumultuariischen“.

Die meisten gewöhnlichen Landregen, die „stillen Regen“, dürften durch einen aufsteigenden Luftstrom mit Geschwindigkeiten zwischen 2 und 6 Metern in der Sekunde ausreichend gewirkt werden. Dabei geht die Bildung und das Wachsen der Regentropfen im wesentlichen wie in ruhender Luft vor sich. Übergänge von stillem zu tumultuariischem Charakter des Regens werden stattfinden, wenn die aufsteigende Luftgeschwindigkeit zwar 2 Meter-Sekunden übersteigt, aber 8 Meter-Sekunden nicht nahekommt.

Die Wichtigkeit des aufsteigenden Luftstromes für die Regenmenge erhellt aus den Untersuchungen Dr. Kagners über das regenreichste Gebiet Europas. Während bisher der Norden Englands, wo durchschnittlich 4500 Millimeter Regen im Jahre fallen, als die niederschlagsreichste Gegend galt, wies Kagner an der Hand zehnjähriger Beobachtungen nach, daß der Südosten Europas größere Niederschlagsmengen im Jahresdurchschnitt erhält. Die auf den Bergen der Bocche die Lattaro errichteten Messungsstationen ergaben, daß hier ein Gebiet mit 4560 Millimeter Niederschlag liegt, ungefähr das achtfache dessen, was im Jahre in Berlin fällt. Die Ursache dieses Regenreichtums ist in dem häufigen Auftreten des Scirocco zu suchen, der an den Steilhängen der adriatischen Fjordküste

durch das Aufsteigen gezwungen ist, seine Feuchtigkeit abzugeben. 95 Prozent der Niederschläge fallen im Herbst, Winter und Frühling, so daß trotz dieser großen Regenmenge im Sommer in jenen Gegenden häufig Wassermangel herrscht.

Aber die vertikalen, in senkrechter Richtung auf- und absteigenden Luftströme, die nach dem Vorhergehenden für die Regenbildung von so hervorragender Wichtigkeit sind, hat Dr. F. M. Erner theoretische Untersuchungen angestellt.^{*)} Leider hat sich daraus ergeben, daß unsere jetzigen Kenntnisse dieser Vorgänge noch viel zu lückenhaft sind, um daraus Vorteil für die Wettervorhersage ziehen zu können. Erner weist nach, daß bei gleichmäßiger Luftdruckverteilung der absteigende Luftstrom ein Steigen, der aufsteigende ein Fallen des Druckes zur Folge hat. Die vertikale Bewegung ist unter sonst gleichen Verhältnissen in warmen Gebieten größer als in kalten und bei hohem Druck kleiner als bei niederem.

Merkwürdigerweise entspricht in größeren Höhen der dort festgestellten Umkehr der Temperatur eine Umkehr der Luftströmungen: während für untere Luftschichten die Bildung von Niederschlägen durch einen verhältnismäßig tiefen Druck (= aufsteigendem Luftstrom) bedingt ist, wird sich in größerer Höhe Niederschlag bilden, wenn der Druck derselbst an einem Orte gegen seine Umgebung verhältnismäßig hoch ist. Diese zuerst theoretisch gefundene Ansicht prüfte Erner an den Beobachtungsergebnissen der Höhenstation Somblick und fand sie hier bestätigt.

Es scheint also, daß die der Erdoberfläche zunächst liegenden und die höheren Schichten der Atmosphäre sich bezüglich der Bedingungen für die Entstehung eines vertikalen Luftstromes gerade umgekehrt verhalten: an der Erdoberfläche bedingt bei stationärem Zustande tiefer Druck aufsteigenden, hoher Druck absteigenden Luftstrom; in der Höhe findet aufsteigender Strom bei hohem Druck, absteigender bei tiefem statt. Haben wir z. B. vollkommen heiteren Himmel über uns, so müssen wir an der Erdoberfläche verhältnismäßig hohen, in der Höhe (2000 bis 4000 Meter) tiefen Druck voraussetzen. Der Druckabnahme muß daher hier eine raschere sein, als in der Umgebung, was der Fall sein wird, wenn auch die Temperatur daselbst rascher abnehmen wird; und tatsächlich ist auch im absteigenden Luftstrom die Temperaturabnahme mit der Höhe größer als sonst. Betrachten wir anderseits z. B. den Fall, daß ein tiefer Druck, wie er wohl gewiß in einem Wirbelsturm obwalten wird, bis in größere Höhen hinaufreicht, so soll dann an der Erdoberfläche aufsteigender, in der Höhe absteigender Luftstrom vorhanden sein. Das erinnert unwillkürlich an das sogenannte „Auge des Sturmes“, ein Luftkern im Zentrum eines Zyklons, das wohl auf absteigenden Luftstrom zurückzuführen ist.

Für die Wetterprognose, dieses Kreuz der Meteorologie, besonders der offiziellen, versprechen auch diese Aufschlüsse wenig Förderung, wie man überhaupt jedem neuen Versuch einer Wettervorhersage

^{*)} Sitzungsberichte der K. Akademie der Wiss. Wien, Bd. 112, Abt. IIa, Mai 1903.

mit begründetem Mißtrauen entgegneten muß, da offenbar bis jetzt die tatsächlichen Grundlagen für eine solche nicht vorhanden sind. Dennoch müssen wir in folgendem wenigstens zwei Versuchen auf diesem Felde Glück schenken.

Neue Wetterpropheten.

Kraft sind die Bestrebungen des Menschen, die Konstellationen der Planeten den Zwecken der Wetterprognose dienstbar zu machen. Selbst in dem Kalender, welchen die Akademie der Wissenschaften zu Berlin vor 200 Jahren unter der Leitung des wissenschaftlich durchaus auf der Höhe stehenden Kirch herausgab, finden wir noch stets zu jedem Tage die Planetenaspekte und das daraus zu mutmaßende Wetter verzeichnet. So heißt z. B. die Prognose für den 12. Januar 1702: „Am 12. Jan. halten zwar Jupiter und Venus eine Zusammenkunft, so auf ein fein gelinde mit Wolken und Sonnenschein vermischtes Gewitter ziehen, aber die Sonne wird von dem kalten Saturns durch einen Geschlechtsstein bestrahlt; daher diese nicht wohl durchdringen möchte. Ja, ich fürchte vielmehr alsdenn heftigen Krost.“ Neben dem meteorologischen tritt auch noch das astrologische Element jener Prognosen in ihrer Erstreckung auf Gesundheit und Krankheit der Menschen, Voraussagung günstiger Fieber und ähnlichem zu Tage.

Un diese mehr astrologischen als wissenschaftlichen Grundlagen der Wetterprophезierung ward ich erinnert, als ich das Heftchen von C. Marti „Die Wetterkräfte der Planetenatmosphären“ sah.*) Die Seküre desselben führte jedoch zu einer angenehmen Enttäuschung, indem aus der Arbeit ein ernstes Streben nach Ergründung der Wahrheit herporstrahlte. Angeregt durch die Wetterprognosen von Overzier in Köln, hat Marti seit 20 Jahren die angeblich wetterbestimmenden Ursachen auf ihre Zuverlässigkeit geprüft. Deutliche Wirkungen von Neumond, Vollmond oder Mondnähe waren nicht zu erkennen, ebensowenig solche der Planetenannäherungen an die Erde oder die Sonne. Auch die Sonnenflecke und ihre Wetterkraft, allein und kombiniert mit den Sonnenfackeln, mit Mondständen, wurden jahrelang ohne Erfolg untersucht. Da legte Verfasser sich im Laufe eines starken Gewitters (19. Mai 1888) folgende Fragen vor: Ist dieses Gewitter die Wirkung von Erd-, Sonnen- oder anderen kosmischen Kräften? Waren die Ursachen terrestrisch, warum kam das Gewitter nicht schon ein, zwei, ja sogar drei Tage früher, statt daß sich solche Regenmengen, Elektrizitätsmengen und Spannungen anammelten? Die Wahrscheinlichkeit sprach also mehr für kosmische Ursachen, in erster Linie für Sonnenkräfte. Lag jedoch die Kraft in Eruptionen der Sonne, so waren weitere Forschungen ziemlich aussichtslos. Ganz anders stünde es aber, wenn das Gewitter die Wirkung einer oberflächlichen Irritation (Reizung) der Sonne war. Dann dürfte mit weit mehr Aussicht nach den „irritierenden“ Kräften selbst gesucht werden. Das oft plötzliche Eintreten und Aufhören von Ge-

wittern und Stürmen wies bereits deutlich auf die schnell umlaufenden Planeten. Eine Nachschla- gung im Nautical Almanac zeigte auch, daß Venus gerade in heliozentrischer Konjunktion stand mit Jupiter. So wurde in mir die Vermutung bekräftigt, daß diese Konjunktion Venus-Jupiter mit dem erwähnten Gewitter*) in ursächlichem Zusammenhange stehe, sowie daß solche Konjunktionen überhaupt die „irritierenden“ (reizwirkenden) Faktoren der Sonne seien, also regenbildend wirken.

Durch Vergleichung jeder einzelnen Konjunktion mit den Regen-, Gewitter- und Sturmangaben in acht Orten der Schweiz während der Jahrgänge 1881 bis 1893 gelangte Marti zu folgenden Annahmen:

1. Nur diejenigen Planeten mit dichten Atmosphären scheinen Wetterkraft zu haben: Merkur, Venus, Jupiter, Saturn, Uranus, so ungleich auch ihre Größen und Entfernungen sind.

2. Die Planeten wirken in zwei Ordnungen, nämlich erster Ordnung Merkur mit Venus und Saturn, zweiter Ordnung Venus mit Jupiter und einzelnen kleinen Planeten. Mond und Mars ergaben keine deutliche Regenwirkung. Gegen die erste Hypothese verstoßt Neptun, der eine dichte Atmosphäre, aber keine deutlich wahrnehmbare Wetterwirkung besitzt. Dagegen ist Marti geneigt, dem von Griquaill neuerlich entdeckten neuen transjupiterischen Planeten (s. S. 22) eine bedeutende Wetterkraft zuzuschreiben, und zwar in Verbindung mit Merkur, mit dem er jährlich meist vier Konjunktionen macht.

Da Entfernung und Masse der Planeten ohne Einfluß auf das Wetter sind, so fragen wir uns natürlich, worauf die von Marti angenommene Wetterkraft der Konjunktionen beruhen soll. Er sieht sie in der Strahlung gewisser Atmosphärenbestandteile der in Konjunktion tretenden Planeten. Auf diese Idee brachte ihn eine Stelle in einem kleinen Werke über Spektralanalyse: „Die Atmosphären von Uranus und Neptun sind jedenfalls von der unserigen sehr verschieden und enthalten einen in der Erdatmosphäre nicht vorkommenden Stoff in großen Mengen.“ Offenbar ist also jenes auch nach Aussage anderer Werke vorhandene Gas die primäre Ursache aller durch Merkur-Uranus hervorgerufenen Wettererscheinungen, und da auch die Saturnatmosphäre es in großen Mengen enthält, so bilde es überhaupt die Erklärung für die Kraft der Konjunktionen erster Ordnung. So werden diese genannt, weil sie die sichersten und heftigsten sind, gewissermaßen ähnlich wie Geschlagzünden wirken. Die Ladung der Atmosphäre mit Regen wird dagegen hauptsächlich durch die Konjunktionen zweiter Ordnung, also Venus mit Jupiter und Venus mit denjenigen kleinen Planeten, die eine genügend dichte und die Venusstrahlen ergänzende Atmosphäre besitzen, bezeugt. Haben die Konjunktionen zweiter Ordnung keinen Regen gesammelt, so bringen auch die erster entweder gar keinen Wetteranschlag zu stande oder nur einen sehr schwachen. Die Luftmasse der Erde ist so schwer und oft so trocken, daß keine Konjunktion für sich allein einen rechten Wetter-

*) Osnaabrück 1902. Sonderabdruck aus dem 15. Jahresbericht des Naturwiss. Vereins zu Osnaabrück.

*) Merkwürdigerweise wird in dem Kalender für 1702 aus der gleichen Konjunktion auf ein Gewitter geschlossen — am 12. Januar!

umschlag zu stände bringt, sondern immer mehrere helfen müssen. — Der Raum gestattet leider nicht, weiter in die interessanten Einzelheiten der Ausführungen Martis, auf seine zehn Wettergesetze und die teils behutsam praktischen Beweise, teils behutsam weiterer Bestätigung der Gesetze angehängten Wertertabellen, einzugehen. Indem wir den Leser auf die interessante Arbeit verweisen, fügen wir zum Schluß, als Beweis dafür, daß Marti nicht ein Fanatiker seiner Idee ist, das erste seiner Wettergesetze an:

Das Wetter eines Erdortes ist die Kombination aus der Lokalkonstanten, d. h. den das Wetter beeinflussenden örtlichen Umständen, wie Lage, Höhe über dem Meere, kontinentales oder ozeanisches Klima u. a., aus den jährlichen Änderungen des Sonnenstandes und den „schnellen“ Wetterfaktoren; letztere sind eben die Konjunktionen, d. h. die „Zusammenkünfte“ zweier Planeten auf einer Verbindungslinie, deren Verlängerung geradlinig auf die Sonne zielt.

„Wir wissen,“ sagt Prof. Dr. Klein, „daß der Planet Venus am 7. Juni des Jahres 2004 vor der Sonnenscheibe vorüberziehen wird; wir wissen, an welchem Punkte des Raumes gegenwärtig der uns unsichtbare Halley'sche Komet sich befindet, und ebenso wissen wir, an welchem Orte des Himmels der Mond vor genau 1000 Jahren gestanden hat und wo er nach Verlauf von genau 1000 Jahren stehen wird; aber kein gebildeter Mensch weiß zuverlässig, welches Wetter morgen herrschen wird. Alle Wettertelegraphie und alle Prognosen, der ganze sogenannte „Wetterdienst“, den manche Staaten sich haben aufbahren lassen, alles dies ist nicht im stände, auch nur auf zweimal 24 Stunden im voraus das kommende Wetter so anzugeben, daß man sich für den Verlauf eines Tages danach richten könnte.“

Dieser Erkenntnis, die sich zum Glück immer breitere Bahn bricht, hat kürzlich Prof. Dr. E. Hermann, der sich früher selbst an der deutschen Seewarte mit Aufstellung von Wetterprognosen abgegeben hat, Ausdruck gegeben; zugleich hat er, in einem Vortrage im Nautischen Verein zu Hamburg,* ein neues System von Wetterprognosen für den Ozean aufgestellt, das, wenn es sich bewährte, dem Schiffer ganz andere Chancen bieten würde als die fehlerhaften Eintagsprognosen der jetzigen staatlichen Zentralstellen, die für die Großschiffahrt einfach nutzlos sind.

Prof. Hermann verwirft vor allem die Auffassung, als ob unsere Breiten von regelmäßigen kreisförmigen Wirbeln und Zyklonen beherrscht würden. Er sagt geradezu, wenn man bei der Darstellung von Wettervorgängen ein System kreisförmiger Isobaren (Linien gleichen Luftdrucks) finde, so könne man mit Sicherheit annehmen, daß dies den Tatsachen nicht entspreche und das System sich anders gestalten würde, wenn zahlreichere und besser verteilte Beobachtungen vorlägen. Erst das Studium synoptischer Wetterkarten, die sich von den Felsen-

gebirgen Nordamerikas bis zum Ural erstrecken, habe ihm neue Gesichtspunkte eröffnet. Erst auf einem solchen weiteren Gebiete kann der wirkliche Zusammenhang dieser Erscheinungen sich zeigen, falls er sich überhaupt deutlich erkennbar macht. Außer diesen Karten hat Prof. Hermann nur das einzige auf diesem Gebiete ausnahmslos gültige Gesetz berücksichtigt, das barische Windgesetz, welches die Beziehungen zwischen Luftdruckverteilung und Wind folgendermaßen ausspricht:

Der Wind weht so, daß ein Beobachter, der auf der nördlichen Halbkugel mit dem Winde geht, den hohen Luftdruck zu seiner Rechten, den niedrigen zur Linken hat (auf der Südhalbkugel umgekehrt).

Die Winde sind um so stärker, je größer die Luftdruckunterschiede sind oder je dichter die Isobaren aneinander liegen.

Was nun beim Studium der jene weiten Gebiete umfassenden Wetterkarten vor allem ins Auge fällt, ist die häufige Gruppierung der Luftdruckverteilung und der Winde in ihren großen Zügen nach Zonen, die sich von der westlichen bis zur östlichen Grenze des Kartenbereiches (Felsengebirge bis Ural) erstrecken. Die gegenseitige Lage dieser Zonen ist zu verschiedenen Zeiten höchst verschieden, so daß zu einer Zeit dort ein Gürtel niedrigen Drucks liegt, wo zu anderer Zeit eine Hochdruckzone sich befindet.

In allen Fällen aber, in denen diese gürtelförmige Verteilung des Luftdrucks nicht zum Ausdruck kommt, fand Prof. Hermann, daß dann etwa in der Richtung der Zeitentreise fortschreitend sich Zunahme und Abnahme des Luftdrucks oft in annähernd gleichen Entfernungen wiederholen, daß also den Gebieten niedrigen Luftdrucks benachbarte ähnlich gestaltete Gebiete hohen Drucks entsprechen. Darin schien sich ihm eine Art Wellenbewegung der atmosphärischen Vorgänge zu offenbaren. Prof. Hermann hat auch nachgewiesen, daß der infolge der Temperaturunterschiede zwischen dem Äquator und den Polen notwendige Austausch der Luft sich nicht durch beständige Luftströmungen vollziehen kann, wie solche die theoretische Meteorologie annimmt (s. Jahrbuch II., S. 74 und 75), sondern daß eine solche Zirkulation sich nur in periodischen Schwingungen und Wellen vollzieht. Mit einem hohen Grade von Gewißheit kann man sagen, daß die veränderlichen Vorgänge in der Atmosphäre, die geschlossenen Systeme des Luftdrucks (Isobaren) und die mit ihnen verbundenen Windsysteme, Teile der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation zwischen Äquator und Pol sind.

Bei praktischer Prüfung des Verlaufes dieser Wellen oder Schwingungen entdeckte Prof. Hermann, daß die großen Zonen der Luftdruckverteilung, die in ihrer Veränderlichkeit wohl als Schwingungen aufzufassen sind, ebenso auch die Bewegungen der fortschreitenden Wellensysteme sich auf der nördlichen Halbkugel um ein Zentrum gruppieren, das nicht weit von dem magnetischen Nordpol liegt (auf Boothia Felix im arktischen Nordamerika). Dadurch wird die Tatsache erklärt, daß die Bahnen der Minima über dem nordamerikanischen Festlande vorzugsweise von West nach Ost gerichtet sind, über

* Gaea, 40. Jahrg. (1904), Heft 8; auch als Broschüre bei Eckhardt u. Meißner, Hamburg, erschienen.

dem Nordatlantik allmählich nach Norden abbiegen und über Europa vorwiegend nach Nordosten fort-schreiten.

Prof. Hermann hält nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse eine Prognose auf längere Zeit hinaus auf dem Festlande für unmöglich. Anders verhält es sich mit dem Ozean, wo eine solche hinsichtlich der Luftdruckverteilung, d. h. der Windverhältnisse — und auf diese kommt es der Schifffahrt ja hauptsächlich an —, wohl möglich ist. Ein Vergleich der von ihm gegebenen Prognosen der Luftdruckverteilung über dem Ozean mit den tatsächlichen Wetterkarten zeigt viel Übereinstimmung und läßt gute Fortschritte in dieser Richtung erhoffen. Ein von ihm gegebenes Beispiel, der 6. Februar 1899, ein Tag des berühmten „Bulgaria“-Sturmes, ist lange vor dem Datum ausgeführt worden. Nach solchen Prognosekarten wäre der Schiffsführer schon vor Eintritt der Reise in der Lage, den günstigsten Weg zur Überfahrt zu wählen. Aber bei der ungeheuren Menge des für solche Voransagen zu bearbeitenden Materials wäre es unumgänglich, daß staatliche Mittel dafür bereitgestellt würden, da die Leistungsfähigkeit einer einzelnen Person dazu nicht ausreicht.

Die Fee Morgana.

Zum Schlusse unseres meteorologischen Kapitels wollen wir noch einen Augenblick bei den Zauberkünsten der Fata Morgana und einigen verwandten Erscheinungen verweilen.

Eine der merkwürdigsten Luftspiegelungen, eine wechselseitige Fata Morgana, beobachtete der englische Feldmarschall Lord Roberts als Oberleutnant der bengalischen reitenden Artillerie während des nordindischen Sepoyaufstandes im Jahre 1858. Die Kimmung entstand etwa 25 Kilometer südwestlich von Lucknow, um dessen Eroberung es sich handelte.

„Am 25. Februar“, erzählt Roberts, „marschierten wir nach Mohan, einem malerisch am Ufer des Sai-Naddi (Zufluß des Ganges) gelegenen Städtchen. Diesen Fluß überschreiten wir am nächsten Morgen und schlugen unser Lager auf einer schönen, grasbewachsenen Ebene auf. Dort sollten wir bleiben, bis die Zeit der Vereinigung mit der Armee vor Lucknow gekommen wäre. Während unseres Aufenthaltes daselbst hatten Watson und ich ein eigentümliches Abenteuer. Auf einem gemeinschaftlichen Morgenritte schenkte mein Hund eine Fata Morgana-Illusion. Diese war uns so nahe, daß Watson ihr eins mit dem Säbel über den Rücken versetzen konnte. Wie der Blitz war sie hoch und fort, wir hinterher. Wir jagten sie mehrere Kilometer weit, erreichten sie aber nicht. Plötzlich sahen wir von rechts feindliche Kavallerie auf uns zukommen. Wir waren in einer verwegenen Lage. Unsere Pferde waren durch die tolle Jagd erschöpft, und wenn wir verfolgt wurden, hätten wir wenig Hoffnung, durchzukommen. Wir zogen die Fägel an, wandten unsere Pferde und trabten zuerst möglichst lautlos zurück. Wir wollten unsere Pferde ein wenig verschaukeln lassen, bevor die Feinde näher heran wären und wir um unser Leben reiten muß-

ten. Jeden Augenblick sahen wir uns um und beobachteten sie, ob sie Terrain gewonnen hätten. Bald erkannten wir deutlich, daß sie sich zur Attacke formierten. Unsere letzte Stunde schien gekommen und wir sagten einander Lebewohl, da wir sahen, daß jeder genug mit sich selbst zu tun hatte und nicht auf den anderen warten konnte. Da — sie waren verschwunden, als hätte die Erde sie verschlucken. Nichts war zu sehen, als die große Ebene, wo Sekunden vorher noch Scharen von Feinden sprengten. Zuerst konnten wir uns die Sache gar nicht erklären und wollten kaum unseren Augen trauen. Es war einfach eine Fata Morgana gewesen, die in nichts zerrann. Natürlich waren wir darüber nicht böse, die ganze Sache sah aber so natürlich aus, daß jeder getäuscht worden wäre.“

Von besonderem Interesse an der Sache erscheint, daß die feindlichen Reiter auch ihrerseits die beiden Engländer gesehen haben müssen, da sie sich sonst nicht zum Angriff formiert hätten. Die Fata Morgana war also eine wechselseitige, was nach der Kimmungshypothese sehr wohl möglich ist, wenigstens die Beobachtung die erste ihrer Art in der Literatur zu sein scheint.*)

Diese merkwürdigen Spiegelungserscheinungen sind geeignet, das, was bisher durch Ballonhochfahrten über die Schichtung der Atmosphäre festgestellt ist, zu bestätigen und zu ergänzen. Der bekannte Meteorologe Wih. Krebs erinnert an einer Arbeit über atmosphärische Sprungflächen und Spiegelungserscheinungen**) an eine Erscheinung, die den Gebirgsbewohnern Süddeutschlands als „der schwarze Strich“ bekannt ist, und führt eine Beobachtung des deutsch-russischen Geophysikers v. Wrangell an, die das Rätsel des schwarzen Striches völlig zu lösen geeignet ist.

v. Wrangell sah am 1. September 1903 vom Brocken Gipfel aus bei beginnender Morgendämmerung am östlichen Horizont den schwarzen Strich, in der scheinbaren Form einer grauen Wolkendecke von etwa 1 Grad Höhe. Die aufgehende Sonne war erst mit fischrotem Lichte durch diesen Streifen sichtbar. Später über dem Streifen zu vollem Glanze gelangt, beleuchtete sie durch diesen hindurch das Gelände im Osten in der Weise, daß ein spiegelnder Schein wie von einer sonnenbeschienenen Meeresfläche über der Landschaft lag. Im Westen erschien der schwarze Strich in seiner ursprünglichen Form. Ein ganz allmählicher, fast unmerklicher Übergang verband die durchleuchtete östliche mit der dunklen westlichen Partie des Horizonts. Die Erscheinung war wiederholt auch während des ersten Teiles des Abstieges, der dunkle Strich nach auf dem Königsberge (in 1050 Meter Höhe) sichtbar.

Bisher nahm man an, daß der schwarze Strich durch Rauch- und Staubeentwicklung auf der Erdoberfläche bedingt sei, indem die schwereren Staubteilchen nicht höher als in 1000 Meter Höhe aufstiegen. Ein in den Morgenstunden desselben Tages vom Berliner aeronaufischen Observatorium aus gesungener, bis 1600 Meter Meereshöhe führender Aufstieg legt jedoch eine andere Erklärung nahe.

*) Einundvierzig Jahre in Indien. Berlin 1903. Bd. I, S. 280.

**) Das Weltall, 4. Jahrg. (1904), Heft 10.

Dieser Aufstieg zeigte, daß sich in ungefähr 950 Meter Meereshöhe über Berlin in der Atmosphäre eine nahezu horizontal gelegene Sprungfläche befand, oberhalb deren die Luft wesentlich wärmer und trockener war als in der darunter gelegenen Schichte. Während in 550 Meter Seeshöhe eine Temperatur von 9.6 Grad und der Feuchtigkeitsgrad 90 herrschte, betragen diese beiden Ziffern in 1000 Metern Höhe 10.0 Grad und 70, in 1500 Metern Höhe 7.9 und 18. Diese Sprungfläche bedeutete zugleich eine Abgrenzung der Luftströmungen, indem unter ihr eine langsame Strömung aus Westen, über ihr ein schnellerer Wind aus West-nordwest wehte.

Es liegt sehr nahe, sich diese Grenzfläche über den 200 Kilometer von Berlin entfernten Brocken hinaus ausgedehnt zu denken. Dann war, was v. Wrangell daselbst als „schwarzen Strich“ sah, nichts anderes als eine solche Sprungfläche von ausgeprägt horizontaler Lage, ein wenig von oben gesehen, als direkt spiegelnde Fläche.

Derartige atmosphärische Sprungflächen, welche plötzliche, sprunghafte Übergänge einer kälteren und feuchteren Luftschicht in eine wärmere, trocknere darstellen, zieht W. Krebs zur Erklärung derjenigen Kimmungserscheinungen heran, welche man als Luftspiegelungen im eigentlichen Sinne des Wortes bezeichnen muß. Sie lassen sich mir aus der spiegelnden Wirkung solcher Sprungflächen erklären, die aber nicht wagrecht, sondern der senkrechten Stellung genähert sind; sie lassen sich mit den Spiegelvorrichtungen vergleichen, mittels deren die Geistererscheinungen auf der Bühne erzeugt werden.

Eine merkwürdige Erscheinung der Art wurde vor Jahren im südlichen Chile zu Valdivia beobachtet. Dort sah die Gattin des Herrn v. Stillfried am Nachmittag des 25. Januar gegen 6 $\frac{1}{2}$ Uhr, landeinwärts schauend, über dem hohen Berge von Quitacalzon, 9 bis 10 Kilometer von der Stadt entfernt, zwei Schiffe, die sich wie auf dem Kamm des Berges fahrend präsentierten, beide aufrecht und mit dem Vordertheil nach Norden. Das, welches sich mehr südlich befand, war groß, ein Dreimaster. Der Rumpf der Schiffe war nicht zu unterscheiden, aber sowohl die Masten wie die Bgspriete hoben sich deutlich von einer schwarzen Wolke ab, die sich über oder hinter dem Berge befand, während in Valdivia und wahrscheinlich auch auf dem Meere die Sonne schien. In der allmählich sich verändernden Stellung einiger Bäume auf dem Bergkamm ließ sich das langsame Vorrücken der Fahrzeuge erkennen. Das große Schiff drehte sich schließlich

nach und nach, bis es vom Hinterteil aus sichtbar wurde; das kleine schien auf der anderen Seite des Berges hinaufzufahren und verschwand nach und nach, doch blieb das Bild klar, als man nur noch die Mastspitzen über den Berg hervorragen sah.

Da die Bilder der Schiffe aufrecht erschienen, so muß man zur Erklärung annehmen, daß eine doppelte Spiegelung an der Unterseite zweier, unter ziemlich spitzem Winkel gegeneinander geneigter Sprungflächen der Atmosphäre stattfand, etwa an den beiden Flächen einer riesigen Luftwoge, die sich verhältnismäßig langsam über das südliche Chile fortbewegte. Wegen des unteren Luftmeeres von entsprechender Ausdehnung hat Krebs mehrfach mittels der Luftdruckbeobachtungen nachgewiesen, z. B. am 15. Januar 1890 über Vorderindien eine solche von 500 Kilometern, am 5. August 1905 über Mitteleuropa eine von 450 bis 550 Kilometern Länge.

Je nachdem der Beobachter oberhalb oder unterhalb der spiegelnden Schicht steht, bietet auch die Sonne beim Übergange von der einen zur anderen Seite der Sprungfläche ein verschiedenes Aussehen. Dem Beobachter vom Brocken aus erschien bei diesem Übergange das Sonnenbild birnförmig mit dem Stielende nach oben, zwei österreichischen Beobachtern, die am 21. Mai 1890 bei Bodo in Böhmen in 715 Metern Seeshöhe den Sonnenaufgang verfolgten, ebenfalls birnförmig, aber mit dem Stielende nach unten; denn sie befanden sich unterhalb der damaligen Sprungfläche. Die wellenförmige Gestalt der Birnenseiten, welche die verzerrte Sonnenscheibe bei solchen Beobachtungen bisweilen zeigt, erklärt sich durch einen regelmäßigen, leichten Wellenschlag auf der einen Sprungfläche.

Einer der beiden letzten Beobachter, der Oberleutnant Kriska, hat die Erfahrung gemacht, daß, je ausgeprägter die Verzerrungen der aufgehenden Sonnenscheibe und je tiefer jene wellenförmigen Einschnürungen sind, desto sicherer auf schönes Wetter zu rechnen sei. Für die Brockenbeobachtung vom 1. September traf das zu, indem danach fast in ganz Deutschland, abgesehen vom äußersten Nordosten, drei bis neun Tage lang schönes Wetter herrschte, in Berlin z. B. vom 1. bis 9. September. Das ist auch physikalisch begründet. Denn das Gleichgewicht der klaren Atmosphäre ist ausgeprägt standfest (stabil), wenn die untere Luftschicht überlagert wird von einer nicht allein mechanisch, sondern auch thermisch (der Temperatur nach) weniger dichten und außerdem in ausgesprochener Weise strömenden Luftschicht.

Aus der Lebensgeschichte der Erdrinde.

(Geologie und Mineralogie.)

Der Rückzug des Eises. * Eiszeiten und Polwanderungen. * Zur Geologie der Alpen. * In den Tiefen des Meeres. * Minerale und Fundstätten.

Der Rückzug des Eises.

Vom Eise befreit! Dieses alljährliche Aufjauchzen der Natur und Menschenwelt, das im Hymnus des Kaufs seinen höchsten, lebendigsten Ausdruck gefunden, es ist doch nur ein schwacher Nachhall des jubelnden Sichtenaltens aller Kräfte, das dem Anstehen des jahrtausendelangen Eisdrucks der Diluvialzeit folgte. Eingeeengt, zusammengepreßt in dem schmalen Revier zwischen den Gletschern der Karpathen, Alpen und Pyrenäen einerseits, den Gletschermassen des Inlandseises anderseits, saß alles, was zur sonstigen Tertiärzeit an Pflanzen, Getier und werdender Menschheit in Mittel-, West- und Nordeuropa zu reichem Leben und Gedeihen bestimmt erschien, saß und schmachtete, daß der übermächtige Feind die Belagerung freiwillig aufgab. Nun, endlich, zog er die Vorposten ein, schien zum Abbrücken bereit, zog weiter und weiter nordwärts und jubelnd hinter ihm drein die Schar der Befreiten, vom riesigen Mammut bis zur Springmaus der Steppe, von der Urwaldsichte bis zum Zwerg- und Polarbirklein, denen es am Rande der Gletscher gerade am wohlsten war. Und so eifertig und unbedonnen drängten sie hinterdrein, daß der grollende Feind sich zu neuem Vorstoß antrafte und das kaum verlassene Gebiet mit neuen Massen von Gletschern und Gletscherschutt überzog. Aber dies waren doch auch nur noch „ohnmächtige Schauer königen Eises“, wenn auch den Verhältnissen entsprechend gigantischer Art. Nach ein- oder zweimaligen Versuchen überzeugte sich das Inlandeis, daß die Position nicht mehr zu halten sei, und entschloß sich zu weiterem Rückzug, über die Ostsee und Nordsee hinüber zu den Stätten seiner Geburt, den Ejselden und Ejsfeln Finnlands, Skandias, Grönlands. Wie aber dieses endgültige Verschwinden des Polareises und Polarlimas die mitteleuropäische Menschheit entlastete, begnügt uns der Umstand, daß nun die ersten zarten Blüten der Kunst zu keimen und sich zu entfalten vermochten, jener wunderbaren Kunst der älteren Steinzeit, deren Entwicklung uns in einem anderen Kapitel noch beschäftigen wird.

Hier wollen wir an der Hand neuerer Arbeiten zunächst einen Blick auf die Postglazialzeit tun, die der Forschung fortgesetzt eine fülle wissenswerter Fragen und Probleme zu beackern gibt.

Wenn wir von einem Rückzuge des Inlandseises über die Nord- und Ostsee sprechen, so ist das vom heutigen Standpunkte aus nicht unrichtig; daß es jedoch damals noch keine Ostsee gab, sondern höchstens eine nach dem Abschmelzen des Eises wasserfreie Ostseeebene, ist längst bekannt, und hinsichtlich der Nordsee sucht W. Wolf durch

eine Untersuchung der Umgebung Helgolands das Gleiche zu erweisen. Dort nagt, wie sich aus genannten Beobachtungen der Verkleinerung des Seesockels unter Berücksichtigung der großen Sturmfluten berechnen läßt, das Meer etwa 10,000 Jahre an der Insel. Weshalb begann es seine Arbeit nicht früher? Gestattete das Inlandeis der Nordsee erst damals den Zutritt? Das wäre an und für sich schon möglich; doch sprechen geologische und paläontologische Befunde gegen die sofortige Ablösung des Eises durch das Meer. Es sind nicht nur auf der Doggerbank daselbst Mammut- und Renntierreste gefunden worden, sondern es ist auch 5 Meter unter dem Meeresspiegel am Grunde des Nordhafens und an einigen anderen Stellen eine Süßwasserablagerung festgestellt, die, da sie von anderen Schichten nicht mehr überdeckt worden ist, der Quarzzeit angehören und nachzeitlich sein muß. Da die Einsenkungen, in denen diese Süßwasserschicht liegt, gegen die offene See keinerlei abschließenden Wall oder Riegel zeigt, hinter dem sie sich auf Land in so tiefer Lage hätte bilden können, so hat man es hier mit einer verhältnismäßig jungen Landsenkung zu tun, und es ist wahrscheinlich, daß zwischen der Enteisung des Nordseebodens und seiner Einnahme durch das Meer eine kurze Festlandsperiode lag, während deren die dem Eisrande folgenden Glazialtiere, Mammut und Renn, bis in die Gegend von Helgoland, vielleicht noch weiter nordwärts, gelangten. Was den Ozeanfluten den Weg in das Nordseebecken öffnete, ob das Zurückweichen des Gletschers ihnen den Weg um die englischen Inseln frei machte oder ob schon vorher die Gewalt der Springsfluten den Riegel zwischen Calais und Dover sprengte, bleibt dabei noch unentschieden.*

Bald nach dem Eintreten der See in die beiden großen nördlichen Becken begann auch, unterstützt durch anscheinend bis heute fortdauernde Landenkungen, das erfolgreiche Vorrücken und Abbrechen der Nord- und Ostseeküsten, ein sozusagen „zielbewußtes“ Arbeiten der Wogen, das nur von Zeit zu Zeit durch katastrophenartige Einbrüche an längst gefährdeten Stellen unterbrochen wurde. Eine solche Katastrophe, die bei griechischen Schriftstellern verzeichnete sagenhafte „Kimbrijsche Flut“, bestimmt auf Grund geologischer wie historischer Daten Prof. Dr. Geinitz als einen etwa 500 bis 700 Jahre vor Christi geschehenen Einbruch der Ostsee in das Gebiet zwischen Alsen und Rügen, die heutige Kieler Bucht, den schmarn Belt, die Mecklenburger Bucht und die dahinter liegenden Meeresteile. Leider kann hier aus Raumangel auf seine interessante Arbeit (Das Land Mecklenburg vor 5000 Jahren, Neustadt 1905) nur verwiesen werden.

* J. Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 12.

Eine ausführliche Arbeit von P. Ronge über „Das Diluvialgebiet von Lübeck und seine Dryastone“ versteht uns in die Zeit nach dem Rückzuge der großen Inlandgletscher. Das Eis ließ die weiteste Umgegend der Lübecker Bucht unter einer mächtigen Schicht diluvialer Ablagerungen zurück, an keinem Punkte blieb das Tertiär oder eine noch ältere Formation zu Tage. Auch von den Grundmoränen des nordeuropäischen Inlandeises tritt die ältere, der untere Geschiebemergel mit seinem Reichtum an nordischen Geschieben, gewöhnlich nicht an die Oberfläche und ist in der Umgebung Lübecks nur an zwei Stellen der Beobachtung zugänglich. Besonders schön aufgeschloffen ist er an der Ostseeflässe bei Travemünde, wo die See alljährlich einen Streifen des Brodener Ufers unterwühlt und durch dessen Nachsturz fortwährend neue Profile schafft. Seit dem Jahre 1810 ist hier der mittlere Teil des Steilufers um 120 Meter zurückgewichen, so daß das Land alljährlich einen Uferstreifen von 1/2 Meter einbüßt. Die Mächtigkeit (Dicke) des Geschiebemergels beträgt durchschnittlich 1/5 Meter.

Der obere Geschiebemergel, der als wenigstens oberflächlich verwitterter und umgearbeiteter Kehm die Grundmoränengebiete auf weite Strecken bedeckt, ist bis zu 4 Meter mächtig und an zahlreichen Stellen in seiner ganzen Dicke aufgeschloffen. Reste einer etwaigen Eiszeitflora sind erklärlicherweise in diesen Grundmoränen nicht enthalten, ebensowenig in den beiden Endmoränen, deren Reste sich in Gestalt einer südlich von Lübeck gelegenen älteren und einer nördlich von der Stadt liegenden jüngeren erhalten haben. Dagegen geben uns die Ablagerungsprodukte des Geschiebemergels, die durch das fließende Wasser ausgeschlemmten und transportierten Kiese, Sande und Tone, Aufschluß über die pflanzliche Besiedelung des Gebietes nach der Eiszeit. Besonders wichtig sind in dieser Hinsicht die spätglazialen Süßwasserablagerungen, deren Bildung Ronge des näheren erörtert.

Zur Zeit oder wenig nach dem endgültigen Abschmelzen des Inlandeises bot die Oberflächengestaltung an vielen Orten Gelegenheit zur Bildung kleiner Seen und Tümpel, auf dessen Grunde sich Tone- und Sandschichten zugleich mit organischen Resten ablagerten. Als wichtigste fossile Reste finden sich in diesen Sedimenten Pflanzen arktischen Klimas, von denen die häufigsten und charakteristischsten die achtblättrige Dryade (*Dryas octopetala*), die Polarweide und die Zwergbirke sind. Die Dryade kommt in Deutschland nur noch an den Alpen abhängen und in der bayrischen Hochebene, die Zwergbirke in nördlichen Gebieten nur auf Torfmooren (s. Jahrb. I. S. 172), die Polarweide bei uns gar nicht mehr vor. Entsprechend den Stappen des allmählichen Eisrückganges sind in verschiedenen Gegenden diese pflanzenführenden Schichten zu verschiedenen Zeiten abgelagert, häufig zusammen mit Resten von niederen Tieren, nur vereinzelt mit solchen von Wirbeltieren. In den unteren Schichten wurde jedesmal eine rein arktische Flora eingebettet, während sich nach oben zu immer mehr Anklänge an die Verhältnisse der Gegenwart finden.

In der südlichen Grundmoränenlandschaft des süßlichen Gebietes, dicht hinter dem sie durchziehen-

den Endmoränenwall, beim Dorfe Rüße, bot sich Gelegenheit, eines der nach ihrer wichtigsten Charakterpflanze benannten Lager von Dryaston zu untersuchen. Es enthält außer den genannten drei Polarpflanzen in deutlichen Überresten folgende, z. T. als Nest- oder Reliktpflanzen aus der Eiszeit geltende Gewächse: das Heidekraut (*Calluna vulgaris*), eine Tausendblattart (*Myriophyllum* sp.), den Moos-Steinbrech, der noch vor 50 Jahren in Lübecks näherer Umgebung auf Torfmooren wuchs (*Saxifraga Hirculus*), eins der zu den Hahnenfußgewächsen gehörenden Haarträuter (*Batrachium*), den Herbst-Wasserfarn (*Callitriche auctumnalis*), Seggenfrüchte, Samen von Laichkrantzen (*Potamogeton*), zwei weitere Weidenarten (*Salix phylicifolia* und *reticulata*), das gemeine Rohr (*Phragmites*) und eine Anzahl Moosarten, von denen manche jetzt nur noch im hohen Norden oder in den Alpen vorkommen, andere zur Reliktfloora der norddeutschen Ebene gehören.

Diese in den Uffener Tonen aufbewahrte Flora entspricht der „Dryaszeit“ in dem Schema, welches Steinstrup zunächst für die Entwicklung der dänischen Flora nach dem Schwinden des Inlandeises aufgestellt hat. Die dann folgende „Zitterpappelperiode“ scheint hier nicht vertreten zu sein. Die „Kiefernperiode“ ist in einem Lager von Ebertorf mit Kiefern und Birken deutlich ausgeprägt. Oberhalb eines zweiten, oberen Tonlagers zeigt sich die „Eichenperiode“ in dem unteren Abschnitt, dem Waldhorizont des Torflagers, in welchem auch ein Beil und eine Pfeilspitze aus der Steinzeit gefunden sind. Endlich tritt als jüngerer Abschnitt die „Buchenperiode“ ein, vertreten durch den oberen Horizont des Torflagers, in welchem eine bronzene Fibula (Gewandhalter) gefunden ist.

Wir haben uns also die Besiedelung der vom Inlandeise verlassenen Gebiete Norddeutschlands folgendermaßen zu denken: Nach dem Abschmelzen der Eisdcke wanderte zunächst eine rein arktische Vegetation ohne jeden Baummwuchs ein, und zwar eine Flora, wie sie sich jetzt in den Tundren des nördlichsten Europa und Nordasiens findet. Diese nordische Pflanzengesellschaft hat lange Zeiten hindurch ausgedauert und sich in Gemeinschaft mit den inzwischen einwandernden Zitterpappeln, Birken und Kiefern erhalten, ehe sie bis auf vereinzelte Relikte zum Erlöschen kam. Keineswegs aber ist der Wald, wenigstens er mit der arktischen Zwergstrauchflora zusammen vorkommt, dem Abschmelzen des Inlandeises am Ende gefolgt.*)

Das zähe Ringen zwischen Land und See tritt vor allem in den Marschgebieten hervor. In einem „Beitrag zur Geologie der Wesermarschen“ schildert der Geologe Dr. F. Schuch die Schicksale des Wesermündungsgebietes während der Alluvialzeit. Er unterscheidet für die postglaziale Zeit drei Bildungsperioden. Die erste ist diejenige der alluvialen Schlickböden und ihrer Moore, eine Zeit, in der bereits Anzeichen einer säkularen Senkung vorhanden sind. Die Bildung

*) Zeitschrift für Naturwissenschaften. Organ des naturwiss. Vereines für Sachsen und Thüringen. Bd. 76, Heft 3 bis 5 (1904).

dieser Grundlage der fruchtbaren Marschländerereien vollzieht sich in folgender Weise:

Tritt bei Hochwasser ein Fluß oder eine See, z. B. die Weser oder die Nordsee, aus den Ufern — was im Mündungsgebiet der nordwestdeutschen Ströme vor ihrer Bedeckung zweimal täglich geschehen konnte —, so findet eine Aufschlickung des Ufergebiets in der Weise statt, daß die dem Ufer zunächst gelegenen Teile höher aufgebaut werden als die landeinwärts liegenden. Das rührt daher, daß das Überflutungswasser beim Überschreiten der Ufer zunächst die größte Menge der in ihm schwelenden Teilchen niederschlägt, in erster Linie die spezifisch schwersten Stoffe, den Feinsand, der neben tonhaltigen Teilen und Kalk den Hauptbestandteil des Schlicks bildet. Erst zur Stauzeit der Flut schlagen sich dann auch die tonigen Teile nieder. Da ferner der Uferrand immer am längsten unter Wasser steht und manche Fluten das vom Ufer entfernter liegende Land gar nicht erreichen, so bildet sich im Laufe der Zeit ein Uferwall, der das niedrige Hinterland vor dem Zutritt der gewöhnlichen Fluten schützt. Der Höhenunterschied zwischen diesem Uferland, dem „Hochland“, wie der Marschenbewohner es nennt, und dem niedrig gebliebenen „Sietland“ ist gering, von wenigen Dezimetern bis zu $1\frac{1}{2}$ Metern schwankend.

War nun das in der Regel aus den Schlicktonen bestehende Sietland an der dem Hochlande gegenüberliegenden Seite durch den Rand der Geest, der diluvialen Sandhöhen Norddeutschlands, begrenzt, so bildete es eine Mulde, die gewöhnlich mit fliehendem Gewässer angefüllt war. Dieses konnte sowohl von dem Überflutungswasser als auch von den Abflugschwämmen der Geest herherrschen. In dieser Mulde bildeten sich nun in Anlehnung an die Geest die sogenannten Randmoore, deren Wachstum durch neue Überschlückungen vom Uferwall her zeitweilig unterbrochen werden konnte; denn hohe Fluten vernichteten den Rand, das „Hochland“, immer noch zu überfluten, zumal wenn auch das Flußbett durch Aufschlickung erhöht war, oder nach erfolgter säkularer Senkung des ganzen Gebietes.

Diesem Vorgange, der verschiedenen hohen Aufschlickung als Hochland und Sietland, verdanken die ausgedehnten und mächtigen Randmoore und Marschmoore im Mündungsgebiet der nordwestdeutschen Flüsse ihre Entstehung, und zwar fällt der Beginn dieser Moorbildungen in altatlantische Zeit. In jüngerer, historischer Zeit ist es in dem Sietlande der Märker nur noch selten zur Moorbildung gekommen, und zwar deshalb nicht, weil in den meisten Fällen der Mensch den Abfluß des stagnierenden Wassers bewirkte.

Die Periode der Moorbildung muß eine verhältnismäßig lange gewesen sein, denn die Mächtigkeit des Bruchwaldtorfs beträgt stellenweise bis zu 6 Metern. Das Moor trug vielfach Bruchwald, namentlich Erlen, stellenweise reichlich Birken und Eichen, Föhren und Fichten dagegen nur spärlich und vereinzelt. Von größtem Interesse ist die Tatsache, daß in der Periode der Moorbildungen der Mensch hier bereits sesshaft gewesen ist. Bei Vant sind in einer unter Schlick ruhenden Schicht bei $2\frac{1}{2}$ Meter Tiefe Urnenscherben und Feuersteingerät

mit Behaarseiten, alles in roher Bearbeitung, also Kulturreste der (jüngeren) Steinzeit, gefunden worden.

In der zweiten Epoche kam es unter weiterer beträchtlicher säkularer Senkung des Küstengebietes zu einer erneuten Aufschlickung des Mündungsgebietes der Weser bis weit in ihren Mündungstrichter hinaus, eine Periode, die unserem Gebiete ein vollständig neues Gepräge verlieh. In diese Zeit fällt die Bildung der etwa 6 bis 9 Meter mächtigen Schlickablagerungen bis zu ihrer jetzigen Höhe, einschließlich der großen Gebiete, die seawärts von der jetzigen Küste existierten und später untergegangen sind. Die Marschen dieser neuen Periode, die etwa zu Beginn der christlichen Zeitrechnung bewohnbar wurden, erstreckten sich weit nordwärts und waren durch einen starken Wall von Stranddünen geschützt, deren letzte Reste sich in den friesischen Inseln erhalten haben. Der Betrag der Senkung des Gebietes während dieser Epoche reicht nach Schuch^{*)} bis zu 20 Metern.

Die dritte Periode wird dadurch herbeigeführt, daß die Dünenketten von Holland bis Holstein, unter deren Schutz sich die Marschen gebildet hatten, in immer steigendem Maße starken Abbruch erlitten, bis sie größtenteils ganz hinweggeschwemmt sind. So konnten die Flutwellen im Laufe der Zeit mit immer größerer Gewalt die Marschen selbst angreifen. Der Flutstrom drang immer heftiger in die Flußläufe, hauptsächlich in die Jade und Weser, und zwang die Bevölkerung, welche früher von künstlich erhöhten Wohnstätten aus, den bis zu 6 Meter hoch aufgeworfenen Warfenhügeln, die Marschen bewirtschaftet hatte, zur Eindeichung des Marschlandes. Die Zeit der ersten Deichbauten ist geschichtlich nicht nachweisbar; die ersten Anzeichen dafür finden sich im 9. Jahrhundert, starke Winterdeiche baute man jedoch erst im 10. bis 12. Jahrhundert. Die Fluten, auf welche die Geschichte die Umwälzung im Jaderufengebiet zurückführt, die Märzflut vom 16. Januar 1219 und die Ansturmflut vom 16. Januar 1511, sind in Wirklichkeit nur Glieder, wenn auch die hervorragendsten, in einer Kette von Sturmfluten, welche seit einem Jahrtausend an den Ufern der Marschen ihr zerstörendes Werk trieben. Beweise für eine Fortdauer der Landenkung lassen sich für diese dritte Periode im Marschengebiet nicht erbringen.^{*)}

Der Versuch, die klimatischen und geologischen Verhältnisse nach der Eiszeit südlich und nördlich von der Offise in Einklang zu bringen, stößt gegenwärtig noch auf große Schwierigkeiten. Offenbar ist hinsichtlich verschiedener Punkte hier von der Forschung noch lange nicht das letzte Wort gesprochen. Große Teile des nordbaltischen Landgebietes sollen nach den Untersuchungen schwedischer, finnischer und dänischer Geologen nach der Eiszeit einer Senkung unterworfen gewesen sein, welche die Hebung des Landes unterbrach, so daß Land, das bereits einmal über den Meerespiegel emporgestiegen war, von neuem untertauchte, um sich später wieder auf seine gegenwärtige Höhe zu er-

*) Zeitschrift für Naturwissenschaften. Organ des naturwiss. Vereines für Sachsen und Thüringen. Bd. 70, Heft 1 und 2 (1903).

heben. Diese Senkungsperiode, die sogenannten Littorinazeit, glaubt Jens Holmboe jetzt auch für die Südwestküste Norwegens nachgewiesen zu haben, und zwar mit einer Senkung im Betrage von 8 bis 9, vielleicht sogar noch mehr Metern. Zur Zeit des Maximums dieser Senkung und kurz vor ihr war das Klima in diesem Teile Norwegens wärmer als gegenwärtig.

Auf ein wärmeres Klima der skandinavischen Halbinsel in der Vergangenheit läßt auch ein Vergleich der gegenwärtigen und der durch fossile Funde von Nüssen beglaubigten ehemaligen Standorte des Haselstrauchs schließen. Gunnar Andersson meint auf Grund seiner Untersuchungen hierüber, daß die klimatische Nordgrenze der Hasel einst fast drei Breitengrade, etwa 500 Kilometer, nördlicher gelegen habe als heute. Käme jene günstige Zeit auch für Deutschland einmal zurück, so könnten



Der Rügälfletscher 1869.

Gegenwart übergehen. Die Höhe der Schneegrenzen in den Gletschergebieten der Schweiz ist sehr verschieden, der größte Unterschied beträgt etwa 800 Meter. Je größer die Massenerhebung des betreffenden Gebietes ist, desto höher liegt die Schneegrenze. Die hohen Walliser Berge und das Engadin haben die höchste Schneegrenze, das niedrigere Gebiet um den Gotthardspass eine erheblich niedrigere. Temperatur und Niederschlag sind die Ursachen, welche die Höhe der Schneegrenze bestimmen. Während man den Einfluß der ersteren häufig überschätzt, wird letzterer oft übersehen. Wenn z. B. in den Julischen Alpen trotz ihrer Lage an der Südseite und der hohen Sommerwärme der Lombardei die Schneegrenze bei 2600 Metern, in dem sommerkühlen Gebiete der Hohen Tauern aber bei 2800 Metern zu finden ist, so müssen wir das den reichlichen Niederschlägen auf der Südseite der Alpen zuschreiben.



Der Rügälfletscher 1905.

unsere Reben aus dem Rhein- und Moselgau anfruchtbarsten zwischen Hamburg und Lübeck gedeihen. Zur Zeit, als die Hasel in Schweden am weitesten verbreitet war, lag die obere Grenze des Kiefernwaldes an den dortigen Bergen 150 bis 200 Meter höher als jetzt. Die Abnahme der Wärme begünstigte dann das Eindringen zweier Baumarten, die in dieser Hinsicht geringere Ansprüche machten, der Fichte vom Nordosten und der Buche von Südwesten her.

Ein wärmeres Klima muß natürlich auch die Schneelinie verschoben haben. J. Neftica, der gefunden hat, daß die Kiefer in jener warmen Periode in Norwegen sogar 550 bis 400 Meter höher stieg, weist nach, daß das Eis in den drei größeren Gletschergebieten Südnorwegens, Jostedalström, folgefonden und Hardangerjökul, ganz verschwunden war. Nur ein paar Gipfel überragten damals noch die Schneegrenze, wahrscheinlich nur als vereinzelte Schneehaufen, nicht als Gletscher. Worin die Ursache dieser Klimaschwankung zu suchen ist, ob in höherer Wärmezufuhr durch den Golfstrom oder in einer Landenkantung, entzieht sich völlig unserer Kenntnis.*)

Von den ehemaligen Gletscherbewegungen Skandinaviens wollen wir mit einem Riesenschritt durch Zeit und Raum zu denen der Alpen in der

Die Schneegrenze würde auf der Südseite der Alpen noch tiefer hinabreichen, trotz der Sommerwärme, wenn nicht die Sommerregen dem Winter Schnee großen Abbruch täten.*)

Welcher dieser Faktoren, ob zunehmende Sommerwärme oder abnehmende Niederschläge, die gegenwärtige Abnahme der Gletscher bewirkt, werden wahrscheinlich erst spätere Generationen bestimmen können. Die planmäßigen Untersuchungen dieses Vorganges zeigen einen solchen Rückgang sowohl in den französischen Westalpen wie in der Schweiz. Dort, wo das Massiv des Pelvoux (4000 Meter) die südlichsten Gletscher trägt, die sich in den Alpen befinden, ist die Abnahme der Eismassen schon im Vergleich zu den auf der französischen Generalstabkarte verzeichneten Verhältnissen beträchtlich. Auf der Südostseite hat der Rückgang sogar bis zu völligem Verschwinden des Eises geführt, so daß die Gletscher von Porteras und der Grande Roche überhaupt aufgehört haben zu existieren, während die des Nordabhanges wenigstens eine beträchtliche Verkleinerung erlitten haben. Wo die größten Firnfelder, die weiter oberhalb des Gletschers gelegenen Sammelmulden des Schnees, vorhanden sind, haben die Gletscher am wenigsten gelitten.

*) J. Jagerlehner, Die Schneegrenzen in den Gletschergebieten der Schweiz. Beiträge zur Geophysik, Bd. V. Naturw. Rundschau 1904, S. 111.

*) Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 8, 24 und 3.

Unterfahrungen und Vermessungen am Hüfigletscher, dem größten der Tödi-Windgällegruppe, haben ergeben, daß das Zurückweichen durch Vorstöße unterbrochen war. Seit 1760 erfolgte ein zweimaliger Vorstoß, dessen Maximum zum erstenmal 1824, zum zweitenmal 1850 erreicht war. Seit 1850 wich das Ende des Hüfigletschers langsam, aber unablässig zurück, durchschnittlich 20-75 Meter jährlich oder, bis Ende 1905, um fast 1-5 Kilometer. Das ist trotz der nördlicheren Lage dieses allerdings mit weit kleinerem Firnfeldes ausgestatteten Gletschers beträchtlich mehr als der Rückgang in der Polbaurgruppe, wo die Junge des Glacier de la Pilatte seit zwei Jahren um 14 Meter, die des Glacier des Quierles in einem Jahre um 5 bis 4 Meter zurückging.*)

Eiszeiten und Polwanderungen.

Ehe wir darangehen, eine Erklärung für diesen Rückgang des Eises im großen, zur Eiswalzeit, wie im kleinen, bei unseren Gletschern, zu suchen, wollen wir unsere Aufmerksamkeit noch einem Moment den Ergebnissen zuwenden, welche die jüngsten Nord- und Südpolarfahrten errungen haben — errungen, denn Mühen und Heldennut genug sprechen aus den schlichten Berichten der Teilnehmer dieser Expeditionen.

Die zweite norwegische Polarfahrt der „*Gram*“ hat, wie P. Schei berichtet, auch in geologischer Hinsicht sehr interessante Resultate geliefert. In den Gebieten nordwestlich von Grönland, in denen sie sich bewegte, in Nord-Elincoln, Ellesmere- und König Oskar-Land, lagen über archaischen Schichten, die von Graniten besonderer Art durchsetzt sind, gewaltige, stellenweise bis zu mehreren hundert Metern mächtige Schichten aus verschiedenen sekundären Zeitabschnitten. Das Land war also während dieser Zeit untergetaucht. Nach der Triaszeit erschütterten gewaltige vulkanische Ausbrüche den Boden und durchsetzten diesen Teil der Erdrinde mit großen tektonischen Störungen.

Während der Tertiärzeit muß das Klima zeitweise ein gemäßigtes, vielleicht sogar subtropisches gewesen sein; denn in den durch Erosion (Zertragung des Gesteins durch vom Wasser transportierten Sand) gebildeten Tälern und Senken der hochgelegenen Tafellandschaften von Ellesmere- und König Oskar-Land finden sich jüngere (miozäne) Ablagerungen mit Pflanzenresten, die den noch lebenden Mammutbäumen Kaliforniens (*Sequoia*) und der Sumpfpypresse Floridas (*Taxodium*) verwandt sind. Bekanntlich sind auch in arktischen Gegenden Europas, besonders auf Spitzbergen, Künde gemacht worden, die auf ein wärmeres Klima hindeuten. Sie gehören freilich einer weit früheren Epoche, der Steinkohlenformation, an; es handelt sich um farnartige und Lepidodendronartige sowie um Moose und andere niedere Gewächse, die man mit voller Sicherheit der sogenannten Eulimflora in den Steinkohlenlagern bei Hainichen-Ebersdorf in Sachsen u. a. gleichstellen zu können glaubt.

Sehr bezeichnend ist die Art der Vereisung der Gegend. Nord-Elincoln ist noch völlig vergletschert; eine mehr oder weniger zusammenhängende Eisdecke, von der zahlreiche Gletscher bis zur Küste und ins Meer hinabreichen, bedeckt sein Inneres. Ebenso ist es am südlich davon gelegenen Jones-Sund. Weiter nach Westen nimmt die Vereisung ab; zunächst treten die Gletscher von der Küste zurück und verschwinden allmählich ganz und gar. Auch die Eishülle vom König Oskar-Land ist nur noch sehr dünn und frei von Gletscherbildungen. Im gebräuchlichen Sinne des Wortes ist dieses Gebiet bereits nicht mehr vergletschert, ebenso wenig wie Grinnell-Land und der größte Teil vom Heiberg-Land. Im Sommer jedenfalls sind große Teile des Landes frei von Schnee und Eis.

Auffallenderweise zeigen die eisfreien Teile des Gebietes nirgends eine Spur früherer Vereisung, wie roches moutonnées, Schrammung oder Glättung; auch fehlt jegliches glaziale Sediment. Dagegen sieht man vielerorten, bis zur Höhe der gegenwärtigen Gletscher, deutliche Strandterrassen, die kaum von einer so hoch stehenden See geschaffen sein können, wenn hier einst die Vereisung so stark wie heute oder noch stärker gewesen sein sollte. Wahrscheinlich aber war sie vorzeiten geringer und wir haben in der gegenwärtigen Vergletscherung einen Höhepunkt, der nie zuvor erreicht ist, ein Umstand, der für die physikalische Geographie, die Lebenswelt dieser Gebiete und auch für die Theorie der Eiszeiten von großer Bedeutung ist.*)

Wenden wir nun den Blick den Südpolargebieten zu, so trifft er hier gleichfalls auf bedeutungsvolle Tatsachen.

Die schwedische Polarexpedition unter Dr. Nordenskiöld ersorgte den antarktischen Kontinent südlich vom Kap Hoorn. Die diesen Küsten der Antarktis vorgelagerten kleinen Inseln sind rein vulkanischer Natur, ähnlich wie die auf der indischen Seite des Südpolarlandes, wo die deutsche Expedition tätig war. Von besonderer Wichtigkeit ist die Auffindung von Fossilien seitens der Schweden. Die von ihnen entdeckten Knochenlager von Wirbeltieren, vornehmlich Vögeln, geben ebenso wie die Pflanzensreste Kunde, daß in längst verfloffenen Jahrtausenden auch das unwirtliche Südpolland eine wärmere Wetterung mit reicher Lebensentfaltung gekannt hat.

Eins der interessantesten Resultate der schwedischen Expedition ist die Auffindung von Jura- und Tertiärpflanzen. In der Hoffnungsbucht auf Louis-Philippe-Land wurden unter 65° 15' südl. Br. und 57° wösl. L. jurassische Pflanzen in einem leicht zusammengepreßten, etwa 600 Meter mächtigen schwarzen Schiefer entdeckt. Diese artenreiche Juraflora weist Schachtelhalm, Wasserfarne, echte Farne in zahlreichen Gattungen, Farnadenähnliche (*Ectadophyte*) und Nadelbölzer (*Arctarian* u. a.) auf und schließt sich in ihrer Gesamtheit einerseits an die europäische Juraflora, andererseits an die obere Gondwanafloren Indiens an. Das Klima muß ein dementsprechendes gewesen sein, nach ihm könnte

*) G. A. Voskule in der Vierteljahrschrift der Naturforsch. Gesellschaft in Zürich, 49. Jahrg. (1904), Heft 1 u. 2.

*) The Geographical Journal, Bd. 22 (1903), S. 56. Naturwiss. Rundschau 1904, Nr. 3.

diese Flora ebenfogat an der Küste von Northshire gefunden sein. An Artenreichtum übertrifft sie alle bisher bekannten Juraflora Südamerikas. Etwas südlicher, auf der Seymourinsel, fand man tertiäre Pflanzen, darunter Farne, Nadelhölzer und Blütenpflanzen (vielleicht eine Buchenart). Doch lassen sich aus diesen Resten, die nach ihrer Lagerung auch das Meer dorthin geführt haben könnte, sichere Schlüsse auf das Klima nicht ziehen. *)

Pflanzen tertiären Alters entdeckte auch die englische Expedition in einem Gletschertal vom Südviktorialand, wo ein natürliches geologisches Quersprofil dem Geologen Ferrar Gelegenheit zu Untersuchungen bot. Die den höheren Pflanzen (Dicotyledonen) angehörigen Reste miozänen Alters deuten auf den ehemaligen Zusammenhang mit Australien.

Gaughberg lehren, in der Vorzeit noch bedeutender gewesen.

Charakteristisch für das Klima dieses antarktischen Eismassivs sind die Winde, welche von Süden her auf den weithin gleichen, wenig geneigten Flächen des Inlandeises herabgleiten und an der Küste als östliche föhnartige Stürme von unglaublicher Heftigkeit erscheinen. Sie rasen fast den ganzen Mai und den ganzen August, beginnen schon im April und dauern bis in den September und wüten im Winter drei bis fünf Tage lang, bleiben auch im Hochsommer (Januar) nicht aus.

Mancherlei Gründe sprechen dafür, daß in vergangenen geologischen Epochen der Südpolkontinent nach einigen Richtungen hin eine beträchtlich größere Ausdehnung besaß. Die meisten Forscher, die sich



Gaughberg vom Inlandeise aus gesehen.

Solche Entdeckungen zu machen, ist der deutschen Expedition unter Prof. von Drygalski nicht vergönnt gewesen (s. Jahrb. der Weltreisen, Bd. III, Seite 47). Dagegen gelang es ihr, ein neues Randgebiet des sechsten Erdteils, das Kaiser Wilhelm II.-Land mit dem Gaughberg, zu entdecken und damit eine alte Streitfrage über Charakter und Ausdehnung des antarktischen Kontinents für mehr als zehn Längengrade zu entscheiden. Wichtig ist der steile Abfall des Landes von 200 bis 300 Meter Tiefe am Ankerplatze der „Gauß“, des Expeditionsschiffes, zu einer Tiefsee von 3000 Metern und darüber; wichtig der Bau desselben, der aus altkrystallinischen Gesteinen besteht; wichtig endlich, daß auch dieser Kontinentalrand ein vulkanisches Gebilde trägt, dessen Laven geschmolzene Gneise enthalten, die aus der Unterlage mit emporgebracht sind, eben den Gaughberg.

Das Inlandeise, welches den antarktischen Kontinent bedeckt, ist ein Bild unserer früheren Eiszeit und heute sicher die gewaltigste Vereisung, welche existiert; sie ist jedoch, wie die Spuren am

mit dieser Frage beschäftigt haben, sind der Meinung, daß noch zu Beginn der Tertiärzeit die antarktische Landmasse einerseits mit Südamerika, anderseits mit Neuseeland und Australien verbunden war. Antarktika, wie Forbes diesen Erdteil bezeichnet hat, besaß ein warmes Klima und war von einer üppigen Vegetation bedeckt, so daß die sich hier entwickelnden tierischen Wesen die günstigen Lebensbedingungen fanden, bis die zunehmende Abkühlung des Poles sie nach Norden trieb. Über Umfang und Dauer dieses gewaltigen Kontinents gehen die Ansichten sehr auseinander, während andere Geologen und Zoologen die Verbindung der drei Südkontinente weiter nach Norden verlegen und damit eigentlich die Antarktika schon streichen. Daß die große Ähnlichkeit mancher Tierarten kein Grund ist, ihnen ein und dasselbe Entstehungsgebiet und Verbreitungszentrum zuzuschreiben, ist im I. Jahrgange (S. 158) an dem Beispiel der strauchartigen Vögel dargelegt worden; und sie waren eine Zeitlang eine Hauptstütze der angenommenen Antarktika.

So ist schließlich die Verbindungsbrücke zwischen Südamerika und der australischen Region wohl der einzige Teil des Forbeschen antarktischen Kon-

*) Comptes rend., Bd. 138, S. 1447.

tinents, für dessen Existenz bereits heute eine Anzahl gewichtiger Gründe sprechen. Eine ganze Reihe von Tiergruppen, z. B. Kriechtiere, Lurche, Süßwasser-Knochentische, Krebse, Schnecken (Cyclostoma), Muscheln und Krebse des Süßwassers, Insekten, Spinnen und Regenwürmer, enthalten Formen, die Südamerika und der australischen Region gemeinsam sind und so auf eine feste Landverbindung hinweisen. Auch die heutige Verteilung von Land und Wasser, soweit sie bis jetzt bekannt ist, steht einer solchen Landbrücke über das heutige Polargebiet nicht im Wege.*)

Die geologische Durchforschung Südamerikas, des der heutigen Antarktis nächstgelegenen Festlandes, macht uns ferner mit der merkwürdigen Tatsache bekannt, daß die dem unteren Miozän angehörige Tierwelt des südlichsten Teiles dieses Erdteils, der sog. patagonischen Formation, sehr geringe Beziehungen zu der Fauna des nördlichen Südamerikas, dagegen sehr nahe Verwandtschaft zu den gleichzeitigen Faunen chilenischer, neuseeländischer und australischer Ablagerungen zeigt. Es wird daher angenommen, daß Südamerika zur Miozänzeit aus zwei, durch einen Meeresarm von ziemlich beträchtlicher Breite getrennten Hälften bestanden hat, deren Küsten von sehr verschiedenen Tierformen bewohnt waren.

Über die Bildung des unteren Amazonasgebietes, eines Teiles der nördlichen Hälfte, äußert Dr. Friedrich Kager sich in einem umfangreichen Werke,**) aus dessen reichem Inhalt wir nur den der Tertiärzeit gewidmeten Abschnitt kurz berühren wollen. Am Ende der Steinkohlenzeit verschwand das Meer aus dem unteren Amazonasgebiet, das von nun an nicht wieder vom Meere bedeckt wurde. In der älteren Sekundärzeit (frühes Mesozoikum) vereinigte sich das guayanisch-southamazonische Festland mit dem mittleren Südamerika zu einem guayanisch-brasilianischen Kontinent, von dem einzelne Teile noch wieder von einem seichten Meere überschwemmt wurden, einem Vorläufer und Teilstück des heutigen Atlantik, das Sandsteine, Schiefer, Mergel zurückließ. Auch während der Tertiärzeit blieb das untere Amazonien Festland; alltertiäre Ablagerungen daselbst entstammen Süßwasserseen und Windtransport. Im jüngeren Tertiär gab es hier ein weites Tiefland mit großen Flüssen, die sich aber nicht wie heute nach Osten, sondern westwärts in der Richtung nach dem Napo, einem aus den Anden kommenden linken Nebenflusse des Amazonas, ergossen. Auf dem guayanisch-brasilianischen Festland entspringend, trugen sie das alltertiäre Festland ab und ließen von dessen Schichten nur inselartige Reste übrig. Vielleicht mündete damals ein jungtertiärer Hauptstrom des Tieflandes sogar in den ostwärts verlängerten Golf von Guayaquil, was so viel besagt, daß der tertiäre Amazonas in der Pacific statt in den Atlan-

tischen Ozean floss. Es war damals natürlich noch keine Kordillere vorhanden. Durch die Entstehung derselben wurde der Strom an seiner weiteren Entwicklung gehindert und vermochte zu Anfang des Miozän, des mittleren Tertiär, das Meer nicht mehr zu erreichen. Im mittleren Miozän erhob sich die Kordillere so weit, daß der Abfluß nach Westen ganz aufhörte. In dem Gebirge flossen nun die Gewässer ostwärts hinab, sammelten sich in Seen und schließlich in einem gewaltigen Binnenmeer, das in sich alle Gewässer Amazoniens aufnahm und von der Mündung des Madeira bis zu den Anden reichte. Allmählich überwogen die von den Gebirgsketten herabkommenden Wassermassen und zwangen den See, nach Osten hin überzufließen, ähnlich wie das einst ein Binnenmeer bildende Kongobecken. Den trockengelegten Boden des Sees, das riesige Urwaldgebiet der Selvas, durchfurchten die mächtigen Flußrinnen des Amazonas und seiner Nebenflüsse bis auf den heutigen Tag.

Auch die Anden haben, wie unsere Alpen, wie die Vulkanriesen Ostafrikas, Kenia und Kilimandscharo, eine Epoche mit stärkerer Vereisung hinter sich, und Prof. Hans Meyer, der sich hievon in Ostafrika überzeugt hatte, hat die Anzeichen des Eisrückganges auch in den Anden von Ecuador festgestellt.*). Er fand nicht nur einen allgemeinen Rückgang der gegenwärtigen Gletscher, hervorgerufen durch starke Abschmelzung an den Jungfern, zu deren Erlaß die Zufuhr aus dem Firngebiet nicht ausreicht, er stellte auch unterhalb der gegenwärtigen, oft kolossal mächtigen Endmoränen, die vor mehreren Gletschern über 500 Meter tiefer als die durchschnittlich bei 4500 Meter endenden Gletscherfluren liegen, unverkennbare Reste und Spuren älterer Gletscherwirkung fest, querliegende Endmoränenwälle, Rundhöcker, geschliffene Felswände und ähnliche Gletscherwirkungen, und zwar bis 5900 Meter herab. Die Gipfel, an denen Prof. Meyer diese Beobachtungen machte, sind neben einigen weniger bekannten der Chimborasso, Illar, Cotopaxi, Quilindana und Antisana.

Eisige Gefilde, wo einst blühendes Leben und Gedeihen herrschte; üppig wuchernde Tropenpracht, wo vorzeiten „des ferners kristallener Schwall um des Bergriesen Brust sich und Rücken“ spreitete: das ist das Bild, das sich im Fortschritt der Erdforschung immer klarer auszeichnet. Wie aber es deuten? Wie die Möglichkeit erfassen, daß der Nordpol einst vielleicht Tropenwälder ernährte und am Äquator die Tundra herrschte und Gletscher flossen? Wenn der Klimawechsel sich auf allen Punkten der Erdoberfläche gleichzeitig vollzogen hätte, so könnten die Geologen, welche die Ursache dieses Wechsels in auferirdischen, kosmischen Geschehnissen suchen, schon recht haben. Eine Änderung der Sonnenintensität z. B. könnte nicht nur die ertlich nachgewiesenen Eiszeiten, sondern müßte zugleich auch eine Abkühlung auf der ganzen Erde hervorgerufen haben. Das war aber in der diluvialen Eiszeit wahrscheinlich nicht und in der Eiszeit der Kohlenperiode fast sicher nicht der Fall.

*) J. Meisenheimer, Die bisherigen Forschungen über die Beziehungen der drei Südkontinente zu einem antarktischen Schöpfungscentrum. Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III (1905), Nr. 2.

**) Grundzüge der Geologie des unteren Amazonasgebietes, Leipzig 1905. Referat in Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 19.

*) Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 10. Zeitschrift der Ver. Gesellschaft für Erdkunde, 1904, Nr. 1 und 2.

Wie intensiv müßte die Kälte in den gemäßigten und polaren Zonen gewesen sein, wenn sie von Indien bis Südafrika, also in der heißesten Zone, eine Vereisung hervorrufen konnte. Gleichzeitig aber gedeihen allem Anschein nach in Spitzbergen die Organismen, selbst immergrüne fettreiche Pflanzen, noch besser als heute in unseren Gegenden. Zu ähnlichen Widersprüchen führen die übrigen Erklärungsversuche der Klimawechsel aus kosmischen Ursachen. Auch hier heißt es: Warum denn in die ferne schweifen? Sieh, das Gute liegt so nah! Die nächstliegende Erklärungsursache der Eiszeiten ist und bleibt aber die schon im I. und II. Jahrgange nach Reibisch dargelegte Theorie der Erdrpendulation oder der Polswanderungen.

Ungefähr gleichzeitig mit dieser Theorie ist — wieder ein Beispiel für die merkwürdige Duplizität der Ereignisse — ein Buch erschienen, das den Gedanken des Leipziger Ingenieurs in erweiterter, tiefer begründeter und etwas modifizierter Form „noch einmal denkt“, das Buch des Paters D. Kreichgauer: „Die Äquatorfrage in der Geologie.“^{*)} Die beiden Autoren haben voneinander offenbar nicht das geringste gewußt, von ganz verschiedenen Ausgangspunkten schreiten sie auf dasselbe Ziel zu: eine Erklärung des Wechsels der geologischen Zeitalter an einem und demselben Punkte der Erdoberfläche durch die Ummahme des Wanderens der Pole zu gehen; dem Kreichgauer's Äquatorfrage ist natürlich zugleich auch die Polfrage.

Sah sich Reibisch genötigt, für die Einklappung seiner Erdrpendulation, des Hin- und Herschwankens der Erde um eine Äquatorachse (mit den Schwingepolen Sumatra-Ecuador), einen außerirdischen Anstoß anzunehmen, nämlich den Aufprall einer ungeheuren kosmischen Masse in der Gegend des heutigen zentralen Afrikas, so kommt Kreichgauer mit rein irdischen Faktoren aus, was seiner Theorie ein Übergewicht verleiht. Bekanntlich besinden sich die zahllosen Schollen der Erdrinde in unausgesetzter, wenn auch sehr langsamer Bewegung gegeneinander, jetzt wie in allen bekannten geologischen Epochen. Diese Bewegung ist eine Folge der Faltungen und Verwerfungen der zusammenschumpfenden Erdrinde. Kreichgauer behauptet nun, daß die Erdrinde sich infolge dieser Schrumpfung und Faltungen über der ruhig weiterrotierenden Masse des glühenden Erdinneren verschiebe; sehr langsam allerdings, denn in geistlicher Zeit deuten höchstens kleine, bisher anscheinend ohne Gesetzmäßigkeit verlaufende Polhöfeschwankungen darauf hin. Aber in den langen geologischen Zeiträumen kann auch eine nur sehr langsame Bewegung durch stete Summation sehr beträchtlich werden. Kreichgauer glaubt nun das Vorhandensein eines Schubes der sich bewegenden Erdschollen nach dem Äquator zu nachgewiesen zu haben, und dieser Äquatorialschub wäre wohl im stände, die Erdrinde über dem unverändert weiterrotierenden Erdkern zu verschieben. Daß der Erdkern

unveränderlich um dieselbe Achse weiter rotiert, ist aus Gründen der Himmelsmechanik zu erklären; die feste Erdrinde aber ist im Verhältnis zum Kern so dünn und in so zahlreiche Schollen zerbrochen, daß eine selbständige Bewegung dieser Rinde wohl angenommen werden kann.

Mittels dieser Bewegung sind nun im Laufe der geologischen Perioden immer andere Punkte der Erdoberfläche an die beiden Rotationspole gelangt. Zur Zeit der arkaischen Periode lag ungefähr Neuseeland am Nordpol. Von hier ab verläuft die Bahn des Pols auf unserem heutigen Globus etwa süd-nördlich durch den Stillen Ozean bis Alaska. Zur Steinkohlenzeit lag der Nordpol etwa halbwegs zwischen der Südspitze der Halbinsel Kalifornien und den Sandwichinseln, womit Sachsen auf etwa 100° südlicher, Spitzbergen auf 100° nördl. Breite käme. Gegen Ende der Tertiärzeit war das Kap Barrow an der Nordküste Alaskas auf dem Nordpol angelangt, wodurch Spitzbergen und Mittelgrönland etwa die Breite von Kopenhagen erhielten, was mit den dort gefundenen Resten einer miozänen, der heutigen nordenerpäischen und nordamerikanischen Flora ähnlichen Pflanzenwelt gut übereinstimmt. Es soll S. 3.:

Grinnelland, jetzt	80°	damals	70°
Spitzbergen, „	80°	„	58°
Südgrönland, „	65°	„	55°
Japan, „	51°	„	56°

nördl. Breite gehabt haben. Damals wuchsen in Grinnelland zwei Kieferarten, eine Ulme, eine Linde, Birken und Pappeln; in Spitzbergen Eiche, Platane, Walnuß, Magnolie und Ahorn; in Südgrönland Kastanien, eine immergrüne Magnolie, Weinreben, während in Japan das Klima etwas kälter als heute war.

Mit dem Ausgange der Tertiärzeit soll die Polbahn ihre bisherige Richtung in eine westöstliche geändert und auf diesem Wege die Südspitze Grönland auf den nördlichen Rotationspol befördert haben. Das brachte uns die letzte, diluviale Eiszeit, die allmählich nach Norden sich zurückzog, indem der Nordpol ungefähr am Ostende Grönlands entlang seiner heutigen Stellung zuwanderte. Setzt er seinen Weg in der eingeschlagenen Richtung fort, so schreitet der weitere Umkreis der Veringstraße, Ostibirien und Alaska, die schon im Tertiär stark vereist waren, einer neuen Eiszeit entgegen, während unsere Gegenden, wie das ja auch Reibisch annimmt, in südlichere Breiten geraten werden. Dieser Wanderung des Nordpols steht natürlich eine entsprechende des Südpols, von der Straße von Suex im Präkambrium am Madagaskar vorbei zur Steinkohlenzeit bis zu seiner heutigen Lage, gegenüber.

Bemerken wir nun bei den Ausführungen Kreichgauer's, die sich auf gründliche Erörterung der physikalischen Seite des Problems und auf die geologischen Befunde bis zur jüngsten Zeit stützen, daß die Polwege vom Diluvium ab in der früheren Richtung nicht weiterlaufen, sondern allem Anschein nach umkehren und die alte Bahn, freilich nun in umgekehrter Richtung, wieder einschlagen, so wird uns klar, daß es sich auch bei der Theorie

^{*)} Druck und Verlag der Missionsdruckerei in Steyl, 1902, 292 S.

Kreichtauers um eine Pendulation im Sinne Reibisch' (s. Jahrb. I, S. 50 u. folg.) handelt, um eine Pendulation allerdings mit weit größerem Ausschlag nach beiden Seiten, als Reibisch sie verlangt. Bemerkenswert ist ferner, daß auch Kreichtauer diese Bewegung sich um zwei Drehpunkte (Schwingpole) vollziehen läßt, die durchaus in der Nähe der oben genannten Schwingpole Reibisch' liegen, nämlich in Westindien und dem etwa 180° davon entfernten Ostindien (Java und Umgebung).

Eine neue Berechnung der Zeiträume, in der sich so gewaltige klimatische Änderungen mittels der Polwanderungen vollzogen haben, versucht der Dozent K. R. Kupffer.*) Er geht von den im I. Kapitel behandelten Polschwankungen aus, in denen man eine zwölf- und eine vierzehn-



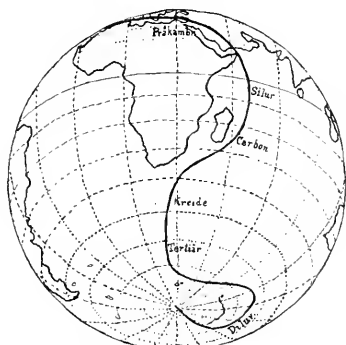
Wanderung des Nordpols vom Präkambrium bis zur Gegenwart.

monatige Periode erkannt zu haben glaubt. Diese müßten den Pol nach je 7 Jahren an seine Ausgangsstelle zurückführen; doch ist das nicht ganz der Fall, sondern es bleibt ein Rest von Bewegung, der sich bisher in keine Periode hat einzwängen lassen. Dieser Rest bedeutet eine Verschiebung des Poles um etwa eine Bogensekunde im Jahrhundert; er gäbe, wenn die Verschiebung konstant bliebe, erst in 6000 Jahren den Unterschied von einer Bogenminute in der Polhöhe der Orte, auf welche zu oder von welchen fort die Pole rücken. Erst in 360.000 Jahren erhielten wir eine Achsenverschiebung um einen Bogengrad, d. h. wäre der jetzt auf dem Drehpole gelegene Punkt um rund 11 Kilometer von ihm entfernt. Denken wir uns z. B., daß zur Steinzeit Mitteluropa auf dem Äquator gelegen habe, so wäre dafür eine Verschiebung des Nordpols um etwa 50 Grad, nach obiger Annahme ein Zeitraum von 18 Millionen Jahren erforderlich. Kupffer will keineswegs behaupten, daß diese Zahl das tatsächliche Maß der seit dem Karbon verstrichenen Zeit sei, dazu ist unsere Annahme über den Betrag der säkularen Polverschiebung nicht sicher. Er glaubt jedoch in der Wanderung der Pflanzenarten ein

Mittel gefunden zu haben, um die Seitentfernung gewisser geologischer Perioden näher bestimmen zu können.

Es ist nicht anzunehmen, daß ein und dieselbe Art an verschiedenen Orten des Erdballs entstanden ist. Wenn trotzdem viele Arten über weite Gebiete, ja zahlreiche von ihnen, den klimatischen Zonen folgend, rund um die ganze Erde verbreitet sind, so müssen wir annehmen, daß sie an irgend einem Punkte der Erdoberfläche entstanden sind und von da aus durch irgendwie erfolgte Wanderungen ihr heutiges Verbreitungsgebiet besiedelt haben.

Bei manchen Pflanzen, die sich durch selbsttätiges Ausstreuen ihrer Samen oder durch kriechende Ausläufer weiter verbreiten, läßt sich ein annäherndes Höchstmaß für die Geschwindigkeit ihrer Fortbewegung angeben, wenn wir annehmen, daß alle



Wanderung des Südpols vom Präkambrium bis zur Gegenwart.

Umstände ihre Wanderung nach Möglichkeit begünstigt haben. So könnte z. B. eine Pflanze wie der Sauerflee (*Oxalis acetosella*), der in den schattigen Wäldern der nördlichen gemäßigten Zone überall verbreitet ist und dessen Früchte bei erlangter Reife aufspringen und ihre Samen fort-schleudern, um einen Meter durchschnittlich im Jahre weiterwandern. Eine solche Fortrückungsgeschwindigkeit von einem Meter jährlich ist für viele Pflanzen gewiß ein reichlich bemessenes Höchstmaß. Am 60. Parallelkreis, der eine ganze Anzahl solcher rings um den Pol verbreiteten (zirkumpolaren) Kräuter ohne besondere Transportmittel besitzt, hätte unsere Pflanze 10 Millionen Jahre nötig, wenn sie von einem Punkte dieses 20 Millionen Meter langen Parallelkreises ausgehend längs demselben nach Ost und West gleich schnell fortschritte, um den ganzen Kreis zu schließen.

Wenn auch manche Pflanzen erst nach der Eiszeit ihre heutige Verbreitung erlangt haben mögen, so ist doch von anderen, besonders den sehr zahlreichen Arten, die in der Alten und Neuen Welt ein etwas verschiedenes Aussehen erlangt haben, anzunehmen, daß sie ihre Wanderung der Hauptsache nach vor der Eiszeit, etwa im Tertiär, vollzogen haben. Wahrscheinlich läge also das Tertiär, oder wenigstens dessen Beginn, um die errechneten 10 Mill. Jahre zurück, und ganz sicher könnte man

*) Astronomie u. Botanik. Die Umschau, VIII. Jahrg. (1904), Nr. 15 und 16.

diese Zahl als das Allerniedrigste für die Zeit von der Kreideperiode bis auf heute ansehen; denn erst in der letztgenannten Epoche begann sich die Klasse der hier in Frage kommenden Pflanzen, der Bedecksamigen (*Angiospermae*), auszubreiten. Sie hat sich nicht nur bis heute bis in die abgelegensten Gegenden der Erde verbreitet, sondern auch noch Zeit gehabt, sich in verschiedene große Ordnungen mit mehreren hundert Familien, vielen tausend Gattungen und gegen hunderttausend Arten zu spalten. Wahrscheinlich ist deshalb der Zeitraum von 10 Millionen Jahren für die Zeit von der Kreideperiode bis heute viel zu niedrig angesetzt. Wenigstens dürften wir für die Steinkohlenzeit, die Spitzbergen mit einer Tropenvegetation überzogen hatte, gewiß das Doppelte oder mehr ansehen, so daß die oben aus der Polverschiebung berechneten 18 Millionen Jahre keineswegs als zu hoch gegriffen erscheinen.

Zur Geologie der Alpen.

Die Verschiebungen der Erdschollen, deren oben Erwähnung geschah, scheinen in manchen Fällen so



Schematisches Nord-Süd-Profil durch die hohen Tauern (a b c Verwerfungen).

schnell vor sich zu gehen, daß man nicht von säkularen Veränderungen sprechen kann. Die Zahl der Fälle, in denen sich nicht unerhebliche junge Dislokationen vollzogen haben, ist durch die Beobachtungen des inzwischen verstorbenen Dr. Berger in Überdon um einen vermehrt worden. Nach seiner Angabe hat sich die Ansicht von Mauborgel zur Grundform in der französischen Schweiz Ende der Siebzigerjahre geändert, ohne daß Baumwuchs oder menschliche Eingriffe dabei in Frage kommen. Während man von jenem Punkte in früherer Zeit ein kleines Stück des Bieler Sees und die Hälfte des Martener Sees sah, ist dort jetzt nur noch ein kleines Stück des letzteren sichtbar.

Ist es schon schwierig, so kleine Verschiebungen in der Erde festzustellen — am besten möchte es noch mittels der neuerdings ja auch zur Konstatierung von Brückensenkungen benutzten Photographie gelingen — so stehen der Erforschung der gewaltigeren Dislokationen der Gebirgsgegenden, an deren Zustandekommen Jahrtausende unermüdlich durch Summierung kleiner Teilbeträge gearbeitet haben, fast unüberwindliche Hindernisse entgegen. Wie selten gibt die Ausföhrung eines Tunnels von der Länge der St. Gotthard- oder Simplondurchbohrung Gelegenheit, einen tieferen Blick „ins Innere der Natur“ unserer Alpen zu tun. Kein Wunder also, daß die tatsächlichen Kenntnisse des Aufbaues der europäischen Hochgebirge dem darauf verwendeten Quantum mühseliger Arbeit und geduldigen Papiers keines-

wegs entsprechen, besonders was die wilde Hochgebirgswelt der Zentralalpen angeht.

So befindet sich die Erforschung der „kristallinen Zentralzone“, die das Gebirge der ganzen Länge nach wie ein Rückgrat durchzieht, noch in ihrem Anfangsstadium, und die Bezeichnung Gneis und Glimmerschiefer, die neben Granit für sie auf den geologischen Übersichtskarten gegeben wird, ist wenig entsprechend und mehr ein Verlegenheitsausdruck. Zweifellos sind verschiedene Abschnitte der Zentralzone von sehr verschiedenem Aufbau, wie das kürzlich Becke und Löw in dem „Führer für die Excursionen im westlichen und mittleren Abschnitt der hohen Tauern“ dargelegt haben.*)

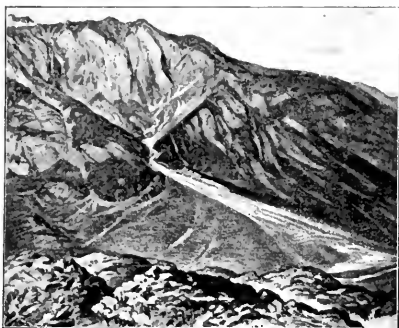
Im Norden von einer Zone einformiger Phyllite oder Artonschiefer, sehr dichter, aus Quarz, Feldspat und feinen Glimmerschüppchen bestehender schwärzlicher Schiefergesteine, begrenzt, bestehen auch die eigentlichen Tauern aus schieferigen Gesteinen, in welche „Schieferhülle“ jedoch von unten granitisches Massengestein, der sogenannte „Zentralgneis“, eingedrungen sind. Er tritt in Form von Kernen auf, um die sich die Schiefer herumknien. In den Tauern lassen sich fünf solche Kerne unterscheiden, die man nach den in

ihrem Gebiete liegenden Hauptgipfeln benannt hat, der Hochalm-, Rathaus-, Sonnblick-, Grannapitz- und Venedigerkern. Das Gestein dieser Kerne ist zwar vorwiegend Granit, z. T. auch Tonalit, dessen Gemengteile Feldspat (Plagioklas), dunkle Hornblende, brauner Magnesia-

glimmer (Biotit) und reichlicher Quarz sind; es ist aber meist so stark gefaltet und geschiefert, daß es seinem Äußeren nach den Namen Gneis verdient. Bei dem Venedigerkern läßt sich an der Beschaffenheit seiner Masspartien, an dem Auftreten von Granitgängen in der Schieferhülle und an anderen Merkmalen die Eindringlingsnatur dieses Gesteins deutlich erkennen. Der Zentralgneis führt auch eine Reihe von Mineralien, die ein Ergebnis chemischer Umwandlungen in dem Gestein sind. Als solche Neubildungen sind Kalkspat (Calcit), die als Epidot bezeichnete Kristallform des Feldspats und Granat zu nennen.

Sehr mannigfaltig ist die Zusammensetzung der Schieferhülle. Zu unterst liegen Glimmerschiefer, Quarzite, Hornblendeschiefer und einzelne Kalkflager, darüber abwechselnd Kalkphyllite und kalkarme Schiefer, die aus tonigen und mergeligen Ablagerungen im Wasser entstanden sind. In der Nähe der Granitkerne, besonders wo diese Ausläufer in die Schieferhülle hineinschießen, zwischen denen dann Keile der letzteren sitzen, erreicht die kristalline Beschaffenheit der Schiefer ihren höchsten Grad. Dennoch scheint diese Veränderung weniger auf die Berührung der Schiefer mit den aufsteigenden glühflüssigen Massen der Kerne zurückzuführen, als vielmehr durch allgemeine Metamorphose verursacht zu sein.

*) Führer für die (geolog.) Excursionen in Österreich, Nr. 8 und 9. Wien 1903. Referat in der Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III, Nr. 37, von Dr. O. Wilckens.



Tschirgantbergsturz.

Südlich vom Gebiete der Tauerngesteine, durch eine Verschiebung der Schollen (Dislokation) von ihm getrennt, liegt eine Zone archaischen (der Urzeit angehörigen) Glimmerschiefers von großer Eiformigkeit; er ist an vielen Orten auf die Schieferhülle der Tauern hinaufgeschoben. Höchst bemerkenswert ist es, daß an den drei großen streichenden Dislokationen des Gebietes, nämlich an den beiden Grenzlinien der Tauerngesteine und der Paläotaurer Verwerfung, Schollen von mesozoischen Gesteinen in Grabenbrüche eingeklemmt sind, z. B. Glanzschiefer, Dolomite, Kasse, deren organische Einschlüsse die Bestimmung des geologischen Zeitalters ermöglichen, dem sie angehören. Da diese vorwiegend aus der Trias stammenden Ablagerungen auch in ungleichförmiger Lagerung auf der Schieferhülle liegen, so ist das vortriadische Alter dieser letzteren zweifellos. Die Intrusion der Granitkerne ist vielleicht während der Steinkohlenzeit erfolgt, einer Epoche, in der gebirgsbildende Vorgänge und Intrusionen in besonders hohem Maße stattfanden.

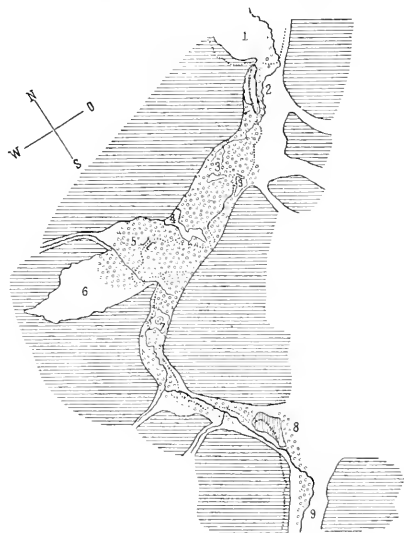
Ein schematisch gehaltenes Nord-Südprofil durch die hohen Tauern zeigt uns den Zentralgneis mit der Schieferhülle im Norden und Süden durch Dislokationen begrenzt; es ist also ganz zweifellos, daß sich der zwischen diesen beiden Grenzlinien gelegene Teil der Ostalpen seinerzeit gesenkt hat und daß, so paradox es klingt, der höchste Kamm des Gebirges mit den höchsten Gipfeln als versenkter Teil der Erdkruste einen Graben darstellt.

Wie die Verwerfungen in der Vergangenheit und aller Wahrscheinlichkeit nach auch gegenwärtig noch an der Ummodung des Erdantlitzes im großen gearbeitet haben und fortarbeiten, so wirken im kleinen nur mehr oberflächlich neben den fließenden Gewässern die Bergstürze. Auch ihre Tätigkeit hat sich anscheinend in verflochtenen Erdperioden weit großartiger und erfolgreicher gestaltet als in geschichtlicher Zeit, und manche Alpenlandschaft verdankt ihren romantischen Charakter den felsabgerissenen, die vor vielen Jahrtausenden gewaltige Schutt- und Trümmernmassen domierend und verheerend zu Tal sandten. Über einige dieser prähistorischen Bergstürze, die an der Mündung des Ögtales und dem nördlich davon gelegenen

Kernpaß niedergingen, hat Dr. W. Ampferer eine interessante Studie veröffentlicht.*)

Im Nordufer des oberen Inn, südwestlich von der Zugspitze, begleitet ein im Tschirgant (2572 Meter) gipfelnder Bergkamm das Innthal von Inntal bis gegen Telfs. Sein gegen das Innthal durchweg sehr steiler Abhang weist auf einer kurzen Strecke von 5 Kilometern drei große, selbständige Bergstürze auf, von denen der westlichste bei weitem am mächtigsten entfaltet ist. Sein Absturzgebiet greift am Östgrat des Tschirgant an einer Stelle fast bis auf die Kammhöhe und umfaßt von 2200 Metern bis abwärts zu 1100 Metern Höhe eine Fläche von ungefähr 1/8 Quadratkilometern. Steile, wildzerfurchte Wände und Rinnen, der deutlich sichtbare Ort des Absturzes, vereinigen sich am unteren Rande zu schmalen Schlünden, unterhalb derer sich große, bis zum Inn hinabströmende Schuttkegel befinden. Aber nicht hier liegt die Hauptmasse der abgestürzten Trümmer, sondern am Südufer des Inn, wo sie sich bis weit in das Tal der hier mündenden Ög hinein erstreckt und mit einer sehr großen Sturzmasse sogar den quer vorliegenden, 879 Meter hohen Wall des Rammstein überfahren hat. Der größte Abstand vom oberen Rande des Abbruchs am Tschirgant bis zu den äußersten Kalkflöhen im Ögtale beträgt in horizontaler Entfernung über 6 Kilometer.

Der Absturz von der Bergwand des Tschirgant muß nach dem Ende der großen Eiszeit erfolgt sein. Der Innthalgletscher der Diluvialzeit hatte damals mächtige Grundmoränen abgelagert, die je-



Skizze der Verteilung der Bergsturztrümmer am Kernpaß.

Erläuterung der Ziffern: 1. Kernmoor bei Telfs, 2. Dorf Nibbrig, 3. Müllertal, 4. Winkl, 5. Kernpaß, 6. Ausbruchsnische des Bergsturzes, 7. Samertanger (Kernpaß), 8. Naffertal, 9. Ögtal.

Die horizontalen Linien bedeuten Bergbänge.

*) Verhändl. der k. k. geol. Reichsanstalt, Jahrgang 1904, Nr. 3.

doch durch die nach dem Eisrückgange eingreifende Tätigkeit des rinnenden Wassers größtenteils wieder entfernt wurden. Nun lösten sich die Vergitarmassen ab, fuhren über die Reste von Grundmoränen zu Tal und warfen den weitaus größten Teil ihrer Trümmer gegen den Eingang des Öhtales. Die gewaltige Wucht der hohen Sturzfahrt trieb die ganze Masse so kräftig von dem Berghange weg, daß zwischen ihm und der mächtigen Anhäufung der Trümmer ein ziemlich schnittfreier niedriger Streifen verblieb; in dieser Zone entlang dem Berghange schuf sich der Inn seinen Durchbruch. Die nördlich von ihm gelegenen mächtigen Schuttkegel sind jüngere Bildungen, die sich

so daß der Trümmerstrom in zwei nahezu senkrecht zueinander verlaufenden Kanälen vor uns liegt. Die äussersten Trümmer des Sturzes wurden sowohl nach Norden wie nach Süden eine sehr beträchtliche Strecke, ungefähr 10 Kilometer von der oberen Kante des Ausbruchs, fortgetrieben, bis ins Leremooser Becken und südlich von Wasserreit, obwohl die Neigung der Ausbruchsfäche ziemlich gering ist. Bemerkenswert ist der Umstand, daß beide vom Bergsturz benutzte Talläufe ganz beträchtliche Krümmungen beschreiben, ohne den Trümmern Massen Einhalt zu gebieten. Die langen Bahnen des Sturzes sind wohl dadurch zu erklären, daß die rasch bewegten Massen in verhältnismäßig schmalen Kanälen vorwärtsgeedrängt wurden. Indem sie diese Kanäle durchfuhren, lagerten sich riesige, mit der Entfernung von der Ausbruchsnische an Höhe abnehmende Schuttwälle ab, die zum Teil von einer Seite des Tales bis zur anderen reichten und durch tiefe Gräben voneinander getrennt sind. Einer dieser Gräben ist jetzt teilweise von dem herrlichen Blindsee gefüllt, ein anderer umfloss früher den vom Schuttwall abgestauten Kälbertalbach, der sich später durch Trümmernmassen seinen Weg zum Inn gebahnt hat.

Einen Einblick in die vielfach verwinkelten Wege der Grundwasser im Gebirge haben die Arbeiten im Simplontunnel während des letzten Jahres gegeben. Den großen Wassereintritten, welche in den Jahren 1902 und 1905 in der südlichen Tunnelhälfte erfolgten und zum Teil schuld daran waren, daß die auf den 15. Mai 1904 festgesetzte Vollendung bis auf den 30. April 1905 hinausgeschoben werden mußte, sind zu Anfang 1904 neue Einbrüche in der Nordhälfte des Tunnels gefolgt, welche die Fortsetzung der Bohrarbeiten dort unmöglich zu machen drohten, weil man von Norden aus die Tunnelmitte überschritten hatte und im Gefälle arbeiten mußte.

Über die südlichen Wassereintritte und die daraus sich ergebenden geologischen Schlüsse berichtet der Geologe des Simplontunnels, Prof. H. Schardt. Danach gehören die Wasserzuflüsse in den Tunnel auf der Seite von Jella (Italien, Südseite) zwischen Kilometer 3-85 und Kilometer 4-42, vom Südeportal aus gerechnet, drei deutlich verschiedenen Gruppen an, je nachdem ihre Temperatur heiß, dem Tunnelniveau entsprechend oder kalt ist. Die heißen entstammen einer Zone, welche tiefer als der Tunnel liegt, die kalten hingegen stürzen plötzlich aus höher gelegenen Gebirgssparten durch die Kalkschichten herab; die mittlere wird vornehmlich durch die den Gneis durchströmenden Wasser gebildet (durch diesen Gneis bewegt sich der Tunnel auf der entsprechenden Strecke, siehe das Profil). Diese unterirdischen Wasseransammlungen erfüllten die Spalten erst im Gebirge bis zu einer Höhe von etwa 650 Metern über dem Niveau des Tunnels, bevor sie durch diesen angebohrt wurden. Sie freisten teils gemischt, teils getrennt in den unterirdischen Kanälen und veranlaßten ein Sinken der Temperatur im Tunnel, als sich dieser den wasserreichen Schichten mehr und mehr näherte. Die weitere Tunnelbohrung führte eine gänzliche Änderung dieser Verhältnisse herbei.



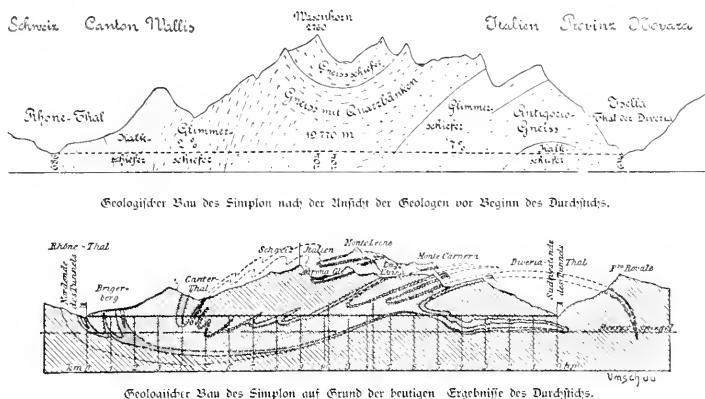
Wassereintritt im Simplontunnel.

noch jetzt fortwährend weiterentwickeln und umgestalten.

Eigenartiger noch gestaltete sich der wohl ebenfalls nacheiszeitliche Felssturz am Kernpaß. Der ehemals wahrscheinlich eine einheitliche, dem Innitale zugeneigte Rinne bildende Talzug dieses Passes ist durch gewaltige Schuttmassen in zwei Teile zerlegt, indem der höchste Wall dieser Gesteinsstrümmen eine Wasserscheide zwischen Inn und Leisach bildet. Am Othgahänge des Lorcakopfes, gerade gegenüber der Paßschwelle, sieht man die gewaltige Ausbruchsnische des Bergsturzes, von dem die Schuttmassen stammen. Die größte Höhe des Ausbruchs liegt bei etwa 2100 Metern, sichtbar ist das Abrißgebiet bis gegen 1100 Meter herab; doch ist das nicht die wirkliche Endigung der Ausbruchsnische, die, ganz von Schutt verhüllt, beträchtlich tiefer liegen muß. Die Öffnung des Ausbruchs ist gerade gegen Osten gerichtet, nach Osten zu hat sich auch die Hauptmasse der abgebrochenen Felsen angehäuft, während ein kleinerer Teil, etwa ein Sechstel davon, gegen Süden vorgetrieben wurde,

Sie trennte die verschiedenen Wässer und führte außer der in der näheren Umgebung des Tunnels bereits vorhandenen Wasseransammlungen einen Zufluß noch viel bedeutenderer Wassermassen herbei, die einem Quellgebiet von großer Oberfläche in der Ausdehnung bis 5 Kilometer nördöstlich und 7 Kilometer südwestlich von der Achse des Tunnels entstammen. Dieser Zufluß von kaltem Wasser verursacht die rasche Abkühlung der Gesteinsmassen, und zwar in um so stärkerem Grade, als man sich dem Kilometer 44, der Einbruchsstelle der großen kalten Quellen, nähert. Die Mächtigkeit der letzteren beträgt durchschnittlich 1000 Liter (1 Kubikmeter) Wasser in der Sekunde, was der Wasserfülle eines tüchtigen Bergbaches entspricht. Diese

erklären lassen, die man auf der Nordseite, tief im Simplonmassiv, angehoben hat und deren Vorhandensein beim Beginn der Tunnelbohrung niemand hätte vorauslagern können. Nach der früheren allgemeinen Annahme der Geologen bestand die ganze mittlere Zone des Simplonmassivs aus Gneis, den der Tunnel in seinem zentralen Teile auf mehrere Kilometer zu durchbrechen haben würde. Statt dessen aber ergab der wirkliche Befund seit Mitte 1905 beiderseits sedimentäres Gestein aus der Jura- und Triasformation (Kalk, Gips). Prof. Scharf glaubt nach allen Erfahrungen annehmen zu müssen, daß es sich hier um Kalkschichten handelt, denen der an der Oberfläche zu Tage tretende Gneis des Simplonmassivs über- und untergelagert ist. Nach



enormen Wassermassen haben ihren Ursprung zum Teil im Tagewasser eines 10 bis 11 Quadratkilometer großen Oberflächengebietes, andernteils entstammen sie der Cairasca, einem Bergbache, dessen Wasser sich bei hohem Stande derselben unaußerlich mit den übrigen Zuflüssen zum Tunnel mischt, was durch Färbungsversuche seines Wassers mit Fluorescein unmittelbar nachgewiesen werden konnte.

Da plötzliche Niederschläge, z. B. starke Gewitterregen, sich nicht durch ebenso plötzliche Vermehrung der Tunnelzuflüsse bemerklich machen, so muß zu dieser Vermehrung eine Hebung des Niveaus der ganzen unterirdischen Wasseransammlung stattfinden; die Tunnelwasser werden also wohl von jetzt ab alljährlich die gleichen Erscheinungen und dieselbe Menge aufweisen, wenn nicht infolge der Auslaugungen Zusammenflüsse von Gesteinsmassen innerhalb des unterirdischen Kanalsystems eintreten und dieses verstopfen. Denn die gipshaltigen Tunnelwässer führen jährlich rund 50,000 Tonnen (10,000 Kubikmeter) Gips aus dem Gebirge, was im Laufe der Jahre zu Einstürzen im Erdinnern Veranlassung geben könnte, die sich vor der Tunnelbohrung nicht vermuten ließen.

Ebenso befriedigend wie die rätselhaften großen Wassereintritte auf der Südseite des Simplontunnels hat sich das Auftreten der heißen Quellen

dem geologischen Profil wird die noch zu bauende Tunnelstrecke in diesen Kalkschichten bleiben.

Hieraus erklärt sich das Auftreten heißer Quellen im nördlichen Stollen tief im Gebirgsinnern und in einer Mächtigkeit, die dem Vortrieb der Tunnelbohrung auf Wochen ein Ziel setzte. Der von Portal zu Portal geradlinig 19,729 Meter messende Tunnel ist, um den eindringenden Wassern Abfluß zu gestatten, beiderseits gegen die Mitte ansteigend gearbeitet, auf der Nordseite mit 2, auf der Südseite mit 7 Metern Steigung auf 1 Kilometer Länge. Die Tunnelmitte war nun von der Nordseite her am 22. November 1905 erreicht, die Arbeiten fanden also schon im absteigenden Stollen, im „Hefälle“, statt, als man auf zwei heiße Quellen von 48° C stieß, die mit 70 Litern in der Sekunde in eine Sackgasse bildenden absteigenden den Tunnelabschnitt rasch füllten. Es währte bis zum März 1904, ehe durch Pumpen der Stellen geleert und durch den Ausbau des den ganzen Tunnel begleitenden Paralleltunnels, eines Querschalles und anderer Sicherungen neuen Überraschungen und Gefährdungen durch Wassereintritte vorgebeugt erschien.*) Daß trotzdem noch im Oktober des Jahres neue Wassereintritte die Vollendung des Simplontunnels zu verzögern drohten,

*) Promethens 1904, Nr. 753.

wird der Leser aus den Tageszeitungen erfahren haben.

In den Tiefen des Meeres.

Muten uns schon die im Erdinnern mit Wasser einbrüchen und Erläufen von Schächten und Bergwerken drehenden Gewässer felsam und unheimlich an, so erscheinen Süßwasserquellen, die auf dem Grunde des Meeres sprudeln, noch eigenartiger und geheimnisvoller. Eine reichhaltige Zusammenstellung alles dessen, was über diese Quellen im Meeresfache bisher bekannt geworden ist, hat Dr. F. J. Fischer in einer umfangreichen Arbeit „Meer und Binnengewässer in Wechselwirkung“ gegeben.*)

In Europa heißen die Mittelmeerküsten Südfrankreichs, Norditaliens, Syriens und Dalmatiens den größten Reichtum submariner Quellen, die zum Teil von großer Mächtigkeit sind. An der Rhodanemündung, wo sie in verschiedener Entfernung von der Küste und oft in bedeutender Tiefe auftreten, bricht die stärkste aus einem mindestens 2 Quadratmeter großen Kesseltore mit solcher Gewalt hervor, daß der auf der Seeoberfläche von ihr erzeugte Strom schwimmende Gegenstände oft über 2 Kilometer weit fortreißt. Ein Tot konnte nahe der Austrittsstelle des Quells erst durch eine Belastung mit 58 Kilogramm zur vertikalen Stellung gebracht werden. Die Quelle Polla di Cadimare südlich vom italienischen Kriegshafen Spezia steigt bis 18 Meter über den Meeresboden auf und ergießt an der Oberfläche des Golfes einen kleinen Wasserhügel, der für kleinere Fahrzeuge unnahbar ist. Im Golf von Giume, bei Moscone, strömt aus einem Dolinentrichter eine gewaltige Süßwassermaße hervor, die zwar in trockenen Zeiten nur durch die Strahlenbrechung ihrer aufsteigenden und über dem Meere sich ausbreitenden Schichten erkennbar ist, nach Regengüssen aber mit solcher Kraft aufwallt, daß auf einem Kreise von über 500 Metern Durchmesser keine Barke darüber fahren kann.

In allen diesen Fällen sind es poröse Kalkgesteine der Küstzone, welche große Störungen in ihrer Lage erlitten haben und das niederfallende, durch schloßförmige Dolinen oder Sauglöcher verschluckte atmosphärische Wasser in unterirdischen Hohlräumen dem Meere zuleiten. Hier verraten sie sich bei ruhiger See durch ihr Aufwallen; bisweilen ist der Druck vom benachbarten Kalkgebirge her so stark, daß ein förmlicher Süßwasserfegel in der See steht. Aus welcher Tiefe solche unterseeische Quellen oft herauströmen, zeigt die Tatsache, daß die Quelle bei St. Remo 190 Meter, die am Kap St. Martin sogar 700 Meter unter dem Meeresniveau mündet.

Mächtige submarine Quellen befinden sich an der Südküste der Vereinigten Staaten, auf den Bahamas, an den Kleinen und Großen Antillen. So sprudelt an der Mündung des St. Johnflusses eine untermeerische Quelle völlig süßen Wassers (bis

2 Meter hoch über die Ozeanfläche empor. Schiffe, welche die Bucht von Nagua auf Kuba nicht anlaufen können, holen zuweilen ihren Wasservorrat aus den reichen Süßwasserquellen in der Bucht und finden das Wasser am so süßer und kälter, je tiefer es geschöpft wird. Durch Infusorien geleitet, haben die sonst an die Flußmündungen gebundenen Seealgen oder Lamantins (*Manatus americanus*) dieses Süßwasser entdeckt, und die Fischer, die dort Seegras fressenden Sirenen nachstellen, finden und erlegen sie dort in Menge auf offener See.

Bisweilen verschwindet ein Fluß plötzlich unfern der Küste im Sande und eilt unsichtbar dem Meere zu, um einen breiten submarinen Strom zu bilden; so bei dem durch ein furchtbares Erdbeben 1808 bekannt gewordenen Orte Arica in Chile sowie westlich von dem peruanischen Hafen Talara, wo sich auf dem Meeresboden 18 Kilometer von der Küste entfernt ein echtes Flußbett gebildet hat. Es wird durch eine Reihe von Seen im Hinterlande der Küste gespeist, deren Gewässer in eine Kesselspalte abfließen und wahrscheinlich am Meeresgrunde erst wieder den Boden verlassen. An der Westküste Afrikas ergießt sich ein Fluß in die Sümpfe von Hof und verliert sich dann im Sande. In gleicher Höhe tritt 24 Kilometer von der Küste entfernt im Ozean eine mächtige Süßwasserquelle auf, die das zwischen Kap Verde und Brasilien gelegte Kabel mit Schlamm Massen überschüttet und wiederholt zum Reissen gebracht hat. Wie weit wasserdeckte Schichten sich unter dem Meere fortziehen können, erhellt aus der Tatsache, daß man noch 125 Meilen von der Küste Indiens entfernt eine mächtige Süßwasserquelle im Indischen Ozean entdeckt hat.

Die Aufwallungen solcher Quellen am Meeresgrunde sind, so zahlreich die Quellen auch sein mögen, doch wegen ihrer geringen Ausdehnung wenig geeignet, die ruhige Ablagerung der Meeresedimente zu stören. Eine Rettungsfahrt, welche die norddeutschen Seefabelwerke in Nordenshamm nach den Azoren und von da nach New-York veranstalten ließen, hat über die Ablagerungen des atlantischen Meeresbodens wertvolle und interessante Aufschlüsse gegeben.*)

Weiderseits sind die Küstenabstürze am Nordatlantik bis etwa 5500 Meter hinab mit blauem Mud (Tonschlamm) bedeckt. Bei den Azoren werden die flacheren, oberhalb 1800 Meter liegenden Gründe von vulkanischen Sedimenten gebildet, fast das ganze übrige Terrain nimmt Globigerinenschlamm** ein. Nur südlich von Neufundland und Neuschottland, wo sich die Flachsee weit nach Süden in den Ozean vorschiebt, treten gleichzeitig mit den größten Tiefen sehr interessante und verwinkelte Verhältnisse ein. Hier liegt die seltene Erscheinung vor, daß der rote Tiefseeton, der die tiefsten Stellen mit einem beim Schlamm tiefrotbrannen, terrakottafarbenen Schlamm bedeckt, unmittelbar in den aus festländischen Abspül- und Abschwemm-Massen gebildeten, daher sonst nur für die Küstenländer

*) Gaac, 39. Jahrgang (1903), Heft 10.

**) Abhandlungen der k. k. geogr. Gesellschaft in Wien, Band IV, Nr. 5.

**) Globigerinen sind zu der Familie der Foraminiferen gehörig, an der Oberfläche lebende Wurzelfüßer (Amphipoden) mit einer oder vielmehrigen, meist kalkiger Schale.

Charakteristischen quarzreichen blauen Münd übergeht; beide Ablagerungen treten hier nebeneinander in Tiefen von 5000 bis 6000 Metern auf. In beiden finden sich fast immer in großer Menge große Kozimodiskus-Exemplare von einer in den nördlichen und artfischen Küstengebieten häufig vorkommenden Art, während die Radiolarien (Unterordnung der Wurzeltücher) außerordentlich selten sind. Da nun diese Kozimodiskusreichen Sedimente in dem Gebiete liegen, wo das Wasser der kalten Labradorströmung mit dem warmen Golfstromwasser zusammenfließt, so erfolgt hier wahrscheinlich unausgesetzt ein massenhaftes Absterben der mikroskopischen Diatomeen. Die Schalen und Skelette der winzigen Wesen sinken zu Boden; während aber die Hartteile der übrigen wegen ihrer Zartheit schnell aufgelöst werden, bleiben in den Ablagerungen nur die dickchaligen Kozimodisken übrig.

Die tiefste Ablagerung des roten Tons lag in 6491 Metern Tiefe und ging nach Osten in blauen Ton über, nach Westen, wie es Regel ist, in Globigerinenschlamm. Ehe aber der letztere in seiner typischen Form auftrat, zeigte sich eine deutliche Schichtung der Sedimente in der Weise, daß die obersten Lagen von 2 bis 7 Zentimetern Dicks weit reicher an solchen Whispoden (Globigerinen) waren als die darunterliegenden 1 bis 6 Zentimeter. Der graue obere Ton war ferner sehr reich an pelagischen Wurzeltüchern, während in der unteren rotbraunen Partie nur ganz selten einige Globigerinenschalen sich fanden. Während demnach die oberste Lage als echter Globigerinenschlamm zu bezeichnen ist, gehört die untere Partie dem roten Ton an. Daß diese Schichtung, die zwischen 65 und 57 Grad westl. L. in zwischen 4700 und 5800 Metern schwankenden Tiefen beobachtet wurde, auf einer während langer Zeiträume eingetretenen Änderung der Ablagerungsbedingungen beruhen muß, unterliegt keinem Zweifel; aber über die Art dieser Änderungen wissen wir noch nichts. Die deutsche Südpolar-Expedition hat übrigens noch felsamere Schichtungen in 7250 Metern Tiefe gefunden.

Was der heutige Meeresgrund an Gesteinen früherer Zeitalter birgt, wird uns wohl immer verschlossen bleiben. Dagegen kann uns die vor unseren Augen von flachen gehende Ablagerungsweise wohl zum Verständnis der Bildung mancher früheren, im Meere gebildeten Schicht verhelfen. Der aus Schiefer und Sandstein bestehende Klysch, ein besonders in den östlichen Alpen und in Oberitalien auftretendes, in die Übergangszeit zwischen Kreide und Tertiär hineinreichendes Gebilde, war wohl schon lange als Meeresablagung anerkannt. Die Frage drehte sich nur darum, zu welcher Klasse von Meeresablagerungen er zu rechnen sei, ob zu den Tiefseeablagerungen oder zu den Flachseegebilden. N. Zuber hat diese Frage durch genaues Studium gegenwärtiger (regerter) Sedimente gelöst und dahin beantwortet, daß der gesamte Klysch fast ausschließlich nur als eine Bildung des Eozäns, d. h. des nur zeitweise unter Wasser stehenden Geländes, und der Flachsee anzusehen sei.*)

Gestützt auf seine Reisen in Südamerika erklärt Zuber die Entstehung des Klysches folgendermaßen: In dem flachen Meere, welches das Orinokodelta umgibt, bilden sich noch heute Klyschablätze, wie auch auf der Insel Trinidad und in den angrenzenden Teilen Venezuelas echter früherer Klysch auftritt, mit dem unzweifelhaft die schon lange bekannten Vorkommen von Asphalt, Erdöl, Schlammvulkanen im Zusammenhang stehen. In dem zwischen Trinidad und dem Festlande gelegenen Golfe von Paria treten Ebbe und Flut verhältnismäßig stark auf, das Wasser des Golfs ist im südlichen Teile trübe und nimmt auf einige Seemeilen von der Orinokomündung bereits den Charakter einer schmutzigen, gelben oder rötlichen Pflüge an. Der Strom bringt sehr bedeutende Massen von Schlamm und feinem Sand in den Golf und setzt sie zu einem beträchtlichen Teile im Meere ab. Dabei bewirken Umeauverschiebungen und die veränderte Geschwindigkeit der Strömung, daß gleichzeitig an verschiedenen Orten und abwechselnd an demselben Orte Sand, toniger oder mergeliger Schlamm abgesetzt wird. Sehr wichtig ist die Beobachtung Zubers, daß weite Flächen ganze Tage, Wochen, Monate lang einmal über, dann wieder unter dem Meeresspiegel liegen. Dann beobachtet man das Aufblasen des Schlammes durch Sumpfgase, zahlloser Spuren kriechender Tiere, wie Würmer, Krabben, Wellenfurchen, faulende Fische u. s. w. Obwohl Millionen von Fischen in diesem Schlamm-Meere leben, erhalten sich Reste davon nur sehr selten in den Sedimenten, da die Überbleibsel infolge des tropischen Klimas (10° nördl. Br.) schnell verwehen. Charakteristisch für den Klysch ist das Fehlen von Muschelbänken, Korallenriffen. Das erklärt sich nach Zubers Annahme sehr gut; denn Korallen könnten in diesem trüben und schlammigen Wasser nicht gedeihen, Austern und andere Seemuscheln sowie Schnecken verkümmern in dem Schlamm und sterben allmählich aus. Die Hauptmasse organischer Substanz liefern die auf Stelzwurzeln im Schlamm hastenden Mangrovebäume. Diese vegetabilischen Trümmer, nicht die Reste von Tieren, die unter jenen Bedingungen sich keine 24 Stunden halten könnten, sind nach Zubers Ansicht die Quelle der Vitaminsäure, d. h. des Erdöls und Asphaltgehaltes so entstandener Ablagerungen.

Eine Schwierigkeit, diese modernen Entstehungsverhältnisse auf den alten Klysch anzuwenden zu können, liegt darin, daß die von Zuber geschilderten rezenten Klyschsedimente an die Existenz großer Ströme, welche die Sinkstoffe in das Meer vorreiben, geknüpft erscheinen. Große Ströme aber setzen größere Festlandmassen voraus, und diese dürften in der Nähe der Alpen- und Karpathen-Klysches gefehlt haben. Letztere sind aber als Ablagerungen zwischen einzelnen kleineren und größeren Inseln anzusehen, zwischen Landmassen ähnlicher Gestalt wie der indomalayische Archipel; ob sich auch hier klyschartige Flachseeablagerungen bilden, ist noch nicht untersucht.

Unter den Umständen, bei denen die Bildung der Meeresablagerungen gegenwärtig erfolgt, dürfte die Entstehung der gewaltigen Salzlagern, die mit ihren wertvollen Erdsalzen einen Teil des

*) Zeitschrift für prakt. Geol., Band IX. S. 285 ff.

Nationalreichthums Deutschlands bilden, schwierig zu erklären sein. Ganz besonders günstige Umstände haben, wie Dr. C. Wachsenius*) kürzlich eingehend darlegte, die Entstehung der unter dem nord-deutschen Flachlande lagernden Steinsalzmassen mit ihren höchst wertvollen Zugaben von Kali- und Magnesiasalzen ermöglicht.

Nachdem er nachgewiesen, daß es sich bei diesen Salzverkömmissen um ein einziges großes zusammenhängendes Lager handelt, das sich in einer Tiefe, dem norddeutschen Gesteinsalzbüsen, gebildet hat, schildert er die Entstehungsweise dieses Lagers in der geologischen Vergangenheit.

In der Sechsteinzeit, dem jüngsten Abschnitt des Altertums der Erde oder der paläozoischen Periode, reichte von der Nordsee ein sehr tiefer Bufen landeinwärts bis zu den deutschen Mittelgebirgen. Er war vom Meere durch eine niedrige, stellenweise nicht völlig schließende Barre getrennt. Jahrtausende hindurch setzte sich während der wärmeren Jahreszeit infolge der Verdunstung des Meerwassers in dem damals tropischen Klima eine Schicht Steinsalz nach der anderen ab, durch dünne Anhydritblättchen (CaSO_4) voneinander getrennt. Über dem Absatz des größten Theiles von Chlornatrium (Steinsalz) blieben schließlich Kalen stehen, deren oberste Schichten aus den leichtest löslichen Salzen gebildet waren, nämlich aus Verbindungen des Jods und des Broms mit Natrium, Lithium, Kalzium, Magnesium u. a. Diese Schichten waren die ersten, welche über die Barre ins Meer abfließen mußten, nachdem der Mitterlängenspiegel die Unterseite der Barre erreicht hatte. Die Jodverbindungen wurden vollständig abgetrieben, deshalb gibt es weder Jod noch Lithium in unseren Kalibetten; die Bromide blieben nur restweise zurück, und dann muß sich die Barre durch Versenkung vom Ozean her völlig geschlossen haben. Sonne und Wind brachten nun nach Entfernung der rebellisch hygroscopischen Salze die Kalen zur Erstarrung, die Edelsalze, Kieserit und Karnallit, setzten sich über dem Steinsalz als mehrere Meter dicke Schicht ab. Der Wind führte Staubmaterial herbei, das sich in Salzen verwandelte und die festgewordenen Salze mechanisch vor Umbilden und chemisch vor Wiederauflösung durch angezogene Feuchtigkeit schützte. Vielleicht wäre dieser Schutz durch die Tonerde doch nicht ausreichend gewesen, uns die kostbaren Schätze bis in die Gegenwart zu erhalten. Da zerstörte der Ozean den vorher von ihm selbst bewirkten Sandverlust der Barre, brach mit seinen Wogen in die Senke ein, deren Grund die Salze unter dem Ton barg, und setzte nun, ungestört durch Unterbrechungen, ein zweites jüngerer Steinsalzager ab, ohne Edelsalze, aber mit Gipsunterlage und Anhydrit mit Salzen. Dieses jüngere Klöz hat den Kalibetten als ausgezeichneten Schutz gegen Eingriffe von oben gedient.

Was nun die Schichtenfolge über dem Sechstein, dem Träger (Liegenden) der Salzlager, anlangt, so nimmt Wachsenius an, daß es sich hinsichtlich der Mächtigkeitsebestimmung um drei parallele Ebenen handelt. Die unterste war die Ober-

fläche des Steinsalzmassivs im Untergrunde des Busens, die zweite ist das Ozeaniveau und die dritte, abgesehen von geringen Unebenheiten, das norddeutsche Flachland. Ohne eingetretene Störungen müßten also unsere Kalisalze überall gleich tief, etwa 500 bis 600 Meter, unter Tage liegen. In Wirklichkeit sind sie, wie die Tiefbohrungen beweisen, in den auf ihren Absatz folgenden Zeiträumen arg mitgenommen worden. Kein einziges Bruchstück des ursprünglich gleichmäßig ausgetriebenen Kalistiftes ist in horizontaler Lage geblieben. In ausschweifendsten Verschiebungen, Verwerfungen und Faltungen haben sich unsere Kalibetten ergangen. Einzelne Teile sind sattelförmig bis 150 Meter hoch unter die heutige Kulturdecke gehoben, andere über 1200 Meter tief hinabgepreßt worden, abgesehen von einigen anderen Tücken der schaffenden Natur, die nachträglich Sättel, Mulden und Spalten da unten herbeigebracht hat. Einzelne Kalibetten, z. B. die des Harzes bei Vienenburg, stehen auf dem Kopfe. „Ich kann die Situation,“ schreibt Wachsenius, „nur vergleichen mit dem Getriebe von polaren Eisschellen auf bewegtem Wasser, die einerseits alle möglichen Stellungen eingenommen haben, andererseits Lücken zwischen sich präsentieren.“

Für die starke Verdunstung, die in dem norddeutschen Sechsteinbüsen geherrscht haben muß, um so mächtige Salzager entstehen zu lassen, zieht Wachsenius zur Erklärung die Fähigkeit der Salzsolen herbei, die Sonnenhitze förmlich zu kapitalisieren und festzuhalten, eine Eigenschaft, die wir an den warmen Kochsalzen Ungarns, die förmliche Wärmespeicher darstellen, kennen gelernt haben (II. Jahrbuch, S. 104) und hier deshalb übergehen. So muß es auch unten im norddeutschen Kalibüsen seinerzeit sehr warm gewesen sein.

Wenden wir uns zum Schluß von den aufbauenden zu den zerstörenden Wirkungen des Meeres!

In den Beschädigungen, die auf Rechnung der rastlosen Wellenbewegung des Meeres gesetzt werden, zählt man gewöhnlich außer den Landabbrüchen an den Küsten der Nord- und Ostsee auch die unablässig fortschreitende Zerbröckelung Helgolands. In einer schön illustrierten Abhandlung: „Wie ist dem Abbröckeln der Insel Helgoland Einhalt zu gebieten?“ weist Albert Conze*) nach, daß an der wirksamsten Art der Abbröckelung das Meer gar nicht Schuld trägt. Regen, Hitze, Frost und Schmelzschmelze sind die nimmer rastenden und ruhenden Zerstörer dieses, heute für die Fortifikation so wichtigen und einzig in seiner Art dastehenden Eilandes.

Der rote Sandstein Helgolands, in dem dünne Bänke eines milden, lockeren weißen Sandsteins von leichter Verwitterung eingelagert sind, ist von zahlreichen Verwerfungen durchsetzt, die allerdings dem Wogenanprall der Weststürme vorzügliche Angriffspunkte bieten. Aber die Abbröckelungen, durch welche die großen, jetzt alleinstehenden Felsgebilde und Steinfoliose, Hengst, Mönch und Nonne, von der Insel getrennt sind, die Abstürze an den Kanten

*) Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellsch., Bd. 54, Heft 4.

*) Zeitschrift für prakt. Geologie, Bd. XII, Nr. 8.

der Hochufer sind hauptsächlich auf die Atmosphären zurückzuführen, die teils offensichtlich, teils in von oben oder von den Seiten gar nicht sichtbaren Rissen und Klüften ihr Vernichtungswerk ungestört betreiben.

Dank der Anregung des deutschen Kaisers hat man endlich seit etwa einem Jahre angefangen, etwas gegen den völligen Untergang der Insel zu tun. An der Südwestseite werden an den Stellen, wo sich die Hauptverwerfungen befinden, Schutzmannern aufgeführt gegen den Wogenanprall, und wenn sie hoch und stark genug sowie auf genügenden Halt bietenden Stellen angelegt werden, so mögen sie ihren Zweck vielleicht erfüllen. Doch die Hauptsache sind sie nicht. Gerettet kann Helgoland nur dann werden, wenn es gelingt, die in das Innere eindringenden Tagewässer abzufangen, ferner die Abbröckelung der Ackertrume, namentlich an der Südwestküste, zu verhindern und diese vor dem zerstörenden Einfluß von Sturm, Regen, Hitze und Frost zu schützen.

Eine ausreichende Drainage der Ackertrume, Kanalisierung sämtlicher Straßen des bebauten Oberlandes müßte das Regen- und Schneewasser abhalten, in den Untergrund zu dringen. Die Kolkfontänen müßten nach Wegsprengung der nicht mehr haltbaren Partien möglichst senkrecht gestaltet und abgepflastert werden. Ferner wäre festzustellen, ob wirklich, wie die Bewohner behaupten, das Absinken der schweren Geshütze von Einfluß sei auf die Bildung von neuen inneren Sprüngen, z. B. bei Entstehung des neuesten, im März 1904 an der Südwestseite entstandenen Risses. Ohne beträchtliche Summen wird das schon mit so schweren Opfern erworbene Eiland nicht zu erhalten sein.

Minerale und Fundstätten.

Wir beginnen bei Besprechung einiger neuerdings bekannt gewordener Fundstätten mit dem Mineral, das augenblicklich und wahrscheinlich auch noch auf längere Zeit hinaus das kostbarste ist, mit dem Radium.

Lange Zeit war die Pechblende von Joachimsthal im Erzgebirge das einzige bekannte radiumhaltige Vorkommen. Von der Ansicht geleitet, daß auch die Nachbarschaft dieses hundertste radiumhaltige Mineralien aufweisen werde, untersuchte J. Hoffmann die Mineralien von Schlaggenwald,* unter denen sich sechs Uranverbindungen fanden. Unter diesen zeigten vier eine stärkere Radioaktivität, indem sie schon nach ein bis zwei Tagen deutliche Veränderungen auf lichtempfindlichen Platten hervorriefen. Es sind Kupferuranit, Kalkuranit, Uranblüte und Uranpecherz; der bekannteste Fundort des letzteren ist Joachimsthal, dessen Pechblende, seit den Untersuchungen der Curies zu Weltrauf gelangt, schon lange zur Herstellung teurer Uranpräparate und Uranfarben verwandt wird; diese dienen bekanntlich zur Herstellung gelblich-grüner Glasflüsse für die Porzellan- und Emailmalerei. Der nach vierzigjähriger Pause in Schlaggenwald

wieder aufgenommene Bergbau, der hauptsächlich auf Kupfererz, Zinnerz und Wismut gerichtet ist, dürfte in dem aufsehend gar nicht so spärlichen Radiummaterial eine willkommene Beigabe sehen.

Zur Bildung der Zinnerzlagerstätten Schlaggenwalds nimmt Hoffmann das Aufsteigen von fluordämpfen an, die zur Bildung von Flußpat, Apatit, Eithönglimmer, Topas, den begleitenden Mineralien der Zinnerzgänge, führten. Da die Uranminerale mit Zinnstein oder seinen Begleitern zusammen niemals auftreten, so ist es wahrscheinlich, daß die Bildung der Urangeänge zu einer Zeit geschah, wo die Zinnerzhalation nicht stattfand oder vielleicht schon vorüber war. Urandämpfe erfüllten die Spalten und gaben wahrscheinlich zur Bildung des Uranpecherzes Anlaß. Dieses ist demnach als das ursprüngliche Produkt der Uranexhalation anzusehen; durch Verwitterungsprozesse, durch Einwirkung von Kalt- und Kupferbasen nebst Phosphorsäure und die aufschließende Wirkung der Kohlensäure dürften sich die weiteren Uranminerale aus der Pechblende gebildet haben. — Großer Jubel über Radiumfunde tönte eingangs 1904 von England herüber, wo man die Abraumfelder einer Mine in Cornwallis auf dieses Mineral ausbeuten will. Da die Mine schon seit länger als einem Jahrzehnt stark uranhaltiges Erz zur Farbenfabrikation nach Deutschland sandte, so ist es immerhin möglich, daß die in großen Grundankäufen in der Umgegend sich ausdrückende Hoffnung auf reiche Radiumfunde in Erfüllung geht. 100 Tonnen der dortigen Pechblende sollen die Herstellung von 2½ Gramm Radium ermöglichen. — Auch in Schweden will der Gelehrte Gandin große, noch geheim gehaltene Mineralager mit radiumhaltigen Erzen gefunden haben.

Das Thorium, eines der Mineralien, die zur Herstellung der Gasglühlichtröhren dienen, wird aus Monazitanden gewonnen, die an der Küste Brasiliens vorkommen und vorher von den in Betracht kommenden Einzelstaaten als wertvolle Einnahmequelle betrachtet wurden. Im Jahre 1905 erhob die brasilianische Zentralregierung auf Grund ihres Küstenrechts Anspruch auf den Besitz der Monazitandlager und unterlegte bis zum Austrage des Rechtsstreites die Ausfuhr des kostbaren Minerals bis auf ein geringes Quantum, so daß sich aus der Befürchtung, weitere Zufuhren möchten ganz ausbleiben, bedeutende Preiserhöhungen des Thoriums ergaben. Erst nach langen Bemühungen glückte es einem Amerikaner, die Erlaubnis zur Ausfuhr von weiteren 1000 Tonnen Sand zu erhalten, und da hieraus beträchtliche Posten Glühkörper hergestellt werden können, so ist der Not fürs erste abgeholfen. Wie schade, daß die Dünen der Nord- und Ostküsten nicht aus Monazitand bestehen!

Über einige neue Diamantlagerstätten Transvaals berichtet der Landesgeologe A. E. Hall in Pretoria.* Er meint, daß die Ausbeute dieser sämtlich im Pretoriadistrikt ziemlich nahe beieinander gelegenen Gruben sich 1904 noch beträcht

*) Zeitschrift für prakt. Geologie, XII. Jahrg. 1904, Heft 4 und 5.

*) Zeitschrift für prakt. Geologie, Bd. XII, Nr. 6.

lich steigern werde, nachdem sie im Etatsjahr 1902/03 schon 55.572 Karat im Werte von nahezu einer Million Mark (£ 46.558) ergeben. Von den sechs im März 1904 in Betrieb befindlichen Gruben brachte die der Premier-Diamant-Gesellschaft, obwohl ihr Ursprung erst zwei Jahre zurückdatiert, für Januar 1904 schon über 52.000 Karat im Werte von etwa 800.000 Mark Gewinn, an welcher Ausbeute allein 1000 eingeborene Arbeiter teilnehmen.

In der Umgegend von Pretoria lagert in Gestalt einer mächtigen Folge von grauen bis schwarzen leicht verwitterten Schiefen und Grauwacken die sogen. Pretoria-Serie. Graue bis weisse Quarzithänge treten in ihr auf und geben zu drei parallelen Höhenzügen Anlaß. Die Gesamtmächtigkeit der Pretoria-Serie läßt sich auf etwa 2500 Meter schätzen. Die Diamantlagerstätten durchbrechen den obersten Quarzit dieser Schicht und die denselben begleitenden, hauptsächlich diabasartige Eruptivgesteine; sie treten nicht in Form sogenannter Pipes (Pfeifen) auf, d. h. rundlicher Durchbruchsröhren eines ziemlich harten, blauen, tafelförmlichen Gesteins (der von Kimberley her bekannte „blaue Grund“), teils handelt es sich um alluviale Auslaugungen, sogen. Seifen.

Der von der Premier-Diamant-Gesellschaft abgebaute Boden liegt an der Oberfläche keine Anzeichen diamantführenden Gesteins erkennen, jedoch war das Vorkommen vereinzelter Diamanten bekannt. Die Grube liegt in einem flachen, runden, von Quarzit- und felsigehügeln umschlossenen Kessel; das zur Ausbeutung geeignete längliche Feld ist etwa 900 Meter lang, bei 600 Meter Maximalbreite. Bis zu einer Tiefe von 30 Fuß bloßgelegt, besteht es aus sogenannten „gelbem Grund“, dem Verwitterungsprodukt des tiefer gelegenen harten Gesteins, der sich bis zu einer Tiefe von etwa 45 Fuß fortsetzt, dann aber in den harten „blauen Grund“ übergeht. Während ein in der Nähe des südwestlichen Grabenrandes angelegtes Bohrloch bis zu einer Tiefe von 1000 Fuß durch harten blauen Grund führte, stießen zwei andere schon bei 190 und 260 Fuß auf wertlosen Grund. Das Areal der Grube übertrifft das sämtlicher De Beers „claims“ in Kimberley. Berücksichtigt man nur die 45 Fuß gelben Grundes und schätzt den Durchschnittswert eines Karats Diamant auf 24 Mark, so würde der Ertrag die Summe von rund 10.400.000 Pfund Sterl., d. i. 208 Mill. Mark, darstellen. Wenn auch der harte blaue Grund unter dem gelben zweifelsohne noch Diamanten enthält, so ist es doch möglich, daß seine Ergiebigkeit geringer als die des gelben Grundes ist. Man müßte sich diese geringere Reichhaltigkeit daraus erklären, daß im gelben Grunde eine lang andauernde Verwitterungsperiode die leichteren Bestandteile weggeführt, also den Boden zu einem aus den schwereren Anteilen bestehenden Konzentrationsprodukt gemacht hat.

Die bei seinen Untersuchungen der Transvaal-lagerstätten gesammelten Beobachtungen faßt Hall in folgenden Sätzen zusammen:

1. In dem Pretoriadistrikt — und zwar über einem etwa 38 engl. Quadratmeilen umfassenden

Gebiete — sind bis März 1904 vier gut ansehende vulkanische Trichter von blauem diamantführenden Gestein aufgefunden worden. Der größte derselben hat einen Durchmesser von 900 Metern, der kleinste von etwa 240 Fuß.

2. In denselben Gebiete finden sich wenigstens drei Lagerstätten alluvialer (durch Fortschwemmung gebildeter) Diamantseifen, von denen zwei höchst wahrscheinlich von der Premier-Diamantlagerstätte herrühren. Eine dritte verdankt ihren Ursprung vielleicht einem noch nicht entdeckten Lager.

3. Das diamantführende Gestein hat den Charakter eines früher olivinreichen, jetzt stark serpentinisierten Peridotits; wo eine Durchbrechung von Schiefen, Quarziten u. s. w. stattgefunden hat, trägt dieses Gestein noch den Charakter einer Breccie, d. h. eines aus ihm und diesen durchbrochenen Schichten bestehenden Trümmergesteins.

Es sind nach Hall alle Ansichten auf eine noch glänzendere Zukunft der Diamantindustrie Transvaals vorhanden.

Von den Diamantensfeldern unter der glühenden Sonne Südafrikas, welch ein Sprung zu dir, „Rheingold!“ leuchtende Lust, wie laßt du so hell und hehr!“ Noch immer, wie vor Jahrtausenden, da die Eroberung des Kettenlandes einen so bedeutenden Strom von Rheingold nach Rom lenkte, daß dort ein starkes Sinken des Goldpreises stattfand, wälzen die Wasser des herrlichen Stromes das Gold; aber die ungeheuren Mengen, welche Kalkonien, Südafrika, Australien und Alaska in den letzten fünfzig Jahren auf den Weltmarkt warfen, haben das edle Metall dermaßen entwertet, daß die Goldwäscherei am Rhein kaum noch lohnt. Bereits 1849 lieferte der Rhein an Wäschgold, wie Bernh. Neumann*) nachweist, 20 Kilogramm, von 1850 bis 1859 wechselte der Ertrag von 87 bis zu 205 Kilogramm und 1860 bis 1869 gar von 98 bis 115 Kilogramm. Aber die zunehmende Stromregulierung und die Unmöglichkeit, wegen der eng eingegrenzten Lagerung der goldreichen Schicht, Maschinen an Stelle der Menschenarbeit zu verwenden, haben das Goldwaschen unergiebig gemacht; ebenso ist der stetige Wechsel der Goldgründe störend. So wird das Rheingold nie mehr die reale Bedeutung wiedererlangen, die es in den von Lied und Sage verherrlichten Zeiten des großen Völkewanderens befeßen hat.

Hat hier die Kultur hemmend auf die Ausbeutung des Goldes gewirkt, so wird vielleicht ein anderes Kulturwerk, die große sibirische Eisenbahn, dazu dienen, den sagenhaften Goldreichtum eines anderen Erdstrichs, des Altai, wieder an das Tageslicht zu ziehen. R. Brecht-Bergen schildert die Goldvorkommen des Altai nach eigenen Untersuchungen als durchaus ertragverheißend, es fehlten nur die speziellen Kenntnisse und das genügende Anfangskapital, Hindernisse, die der untrügliche Spürsinn der einheimischen Goldsucher nicht überwinden kann. Unberührte Goldplätze sind noch zur Genüge vorhanden, ungenügend ausgebeutete freilich auch; täglich werden neue gefunden, und

*) Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Bd. 51 (1903).

gerade die reichsten Goldlager in den Quarzadern liegen bis jetzt noch unbearbeitet da, weil die Maschinen zum Herstampfen der Felsart das Betriebskapital noch erhöhen würden.

Die Goldpläze des Altai liegen hauptsächlich im Südosten des Gebirges, wo sie sich zwischen Ob und Jenissei von der sibirischen Bahn im Norden bis zu den Tschuist-Alpen im Süden erstrecken. N. Brecht-Bergan glaubt gefunden zu haben, daß das Gold nur entweder in mittelbarer Verbindung mit Syenit und Diorit durch Quarz oder in unmittelbarer Verbindung mit jenen beiden Gesteinsarten anzutreffen ist. Der Quarz, fast immer durch Eisenocker gelblich undurchsichtig gefärbt, enthält das Gold in feinen, dem bloßen Auge oft unsichtbaren, bis zu einigen Linien dicken Härchen, Adern und Fäden. Es zeigt sich in ihm meist erst nach dem Herstampfen und dem Auswaschen des Pulvers. Dieser Goldquarz ist meist mit dem Diorit verwachsen, einem Eruptivgestein von granitartiger Struktur, dessen Feldspat (Plagioklas) fast ausschließlich grün gefärbt ist und dem Diorit bei den Goldsuchern den Namen „grüner Stein“ eingetragen hat. In unmittelbarer Verbindung mit dem Syenit und Diorit zeigt sich das Gold in meist viel größerer Form, aber dafür auch unreiner, oft überzogen mit schwarzgrauem Eisenoxyd, oft in der Form goldführenden Eisentiefes, wobei auch gediegenes, sogenanntes meteorisches Eisen sich nachweisen läßt. Hier bildet das Gold Körner und Plättchen und ist offenbar aus der vollständigen Herlegung eines reich goldhaltigen Eisentiefes hervorgegangen.

Der Einfluß des in diesen Gegenden außerordentlich starken Temperaturwechsels, besonders der gewaltigen Nachtfroste, hat das goldhaltige Gestein vom Gebirge losgerissen und in gewaltigen, ausgedehnten Schutthalden aufgehäuft, die nicht nur ganze Bergabhänge, sondern oft große Vorhügel und Berge darstellen, aus denen die letzten, noch nicht gerüttelten Muttergesteine als scharfkantige, felsblöcke hervorragen. In diesen Schutthalden findet das Gold sich am meisten da, wo der Diorit vorkommt. Immer läßt sich schließen, daß, wo überwiegend Diorit- und Syenittrümmer mit Eisenockerquarz oder Eisentiefes sich befinden, wir uns in nächster Nähe der natürlichen Lagerstätte des Goldes befinden. In allen Fundstellen ist die goldführende Schicht bedeckt von einer 4 bis 6 und mehr Metern mächtigen Erddage, deren Durchforschung seitens der Goldsucher zur Auffindung des Lagers führt. Im

Herbst, zur Zeit der Nachtfroste, werden trichterförmige Gruben angelegt, einige Tage dem Froste ausgesetzt, bis genügende Lockerung des Bodens eingetreten ist; dann kauft man den Boden der Vertiefung durch Feuer auf, untersucht den Sand auf Goldspuren und gräbt erforderlichenfalls weiter, bis man sich über Verbreitung, Lage und Gehalt des Lagers klar ist.*)

Wichtiger als das Gold des Altai ist für die Welt gegenwärtig freilich die Entdeckung neuer Asbest-, Petroleum-, Asphalt-, Nitrat- und Boratlager, deren Produkte der Technik und Industrie jedenfalls unentbehrlicher sind als jenes.

Vom Asbest, dieser Seide des Mineralreichs,



Schutthalden in Tschukulman.

dem merkwürdigen Abkömmling des Serpentin und der Hornblende, sind neue mächtige Lager in Kinnland aufgedeckt, welche auf lange Zeit Ersatz für die abnehmenden Fundstätten in Kanada und Italien versprechen. Das wertvolle Mineral kommt hier nicht in schmalen Adern und Säulen, sondern in ganzen Blöcken und Felsen vor, zum Teil direkt an schiffbaren Gewässern, zum Teil in geringer Entfernung vom Meere. Der Asbestverbrauch steigt von Jahr zu Jahr, immer neue Gebiete erschließen sich seiner Verwendung. Zu Dichtungen (d. h. nicht von Apoll und den neun Mäusen inspirierten) und Packungen, Platten, Asbeststricken und Asbestseilen, Filtern, Asbestfarben wird der bildsame Stoff verarbeitet. Seine Unverbräulichkeit, die Widerstandsfähigkeit gegen Druck und Einwirkung heißer Gase, seine Unempfindlichkeit gegen Säuren und ätzende Flüssigkeiten, sein schlechtes Leitungsvermögen für Elektrizität und Wärme, seine Formbarkeit beim Kneten mit Wasser, seine leichte Verfilzbarkeit, seine

*) Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 20.

Neigung, mit mineralischen Stoffen email- und kittartige Verbindungen einzugehen, sein geringes spezifisches Gewicht (12.000 Meter feiner Asbestfaden wiegen 1 kg), das sind die wichtigsten der Eigenschaften, die ihm eine so große technische Verwertung sichern. (Naturw. Wochenschr., Bd. III, Nr. 15.)

Deutsches Petroleum beschäftigt die Hoffnung patriotischer Gemüter immer stärker: wie schön wäre es, wenn wir uns von dem Bezuge russischen oder amerikanischen Erdöls emanzipieren und auf eigene Petroleumquellen stützen könnten! Das Aufsuchen der Quellen vom Obheim in Hamador in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ließ diese Hoffnungen zuerst aufblühen, aber auch schnell wieder erlöschen. Man fand aber seit Ende des vorigen Jahrhunderts am Südrande der Küneburger Heide längs der Aller, namentlich bei Wieze und Steinförde, Arbeiten zur Gewinnung von Erdöl mit stetig steigendem Erfolge betrieben worden. Siebzehn Gesellschaften sind mit der Auffindung und Gewinnung von Petroleum beschäftigt, mehrere 100 Bohrlöcher sind entstanden und die preussische Regierung schickt sich an, zur Verhinderung von Raubbau das Erdöl unter das Vergesetz zu stellen.

Während noch im Jahre 1898 die Erdölproduktion des Elsaß 90 Prozent der gesamten Petroleummenge Deutschlands betrug, haben im Jahre 1905 die Werke von Wieze und Steinförde 40.000 Tonnen im Werte von mehr als 5 Mill. Mark gefördert. Es sind dabei die Öle der „oberen Olzone“ und die der erst kürzlich entdeckten „zweiten Olzone“ zu unterscheiden. Das obere Öl wird nach Abtrennung des Benzins und des Leuchtöls fast ausschließlich als Wagenschmieröl gebraucht; die Öle der zweiten Zone sind erheblich leichter und reicher an Leuchtöl.

Hinsichtlich der Entstehung des Petroleums neigt man jetzt allmählich der Ansicht zu, daß es dem fette verendeter Seetiere seine Entstehung verdankt. Für das nordwestdeutsche Erdöl scheint nach Dr. Odenheimer festzustellen, daß sein Ursprung in Schichten zu suchen ist, die älter sind als unterer Eoz, und daß das Petroleum in allen diesen Gebieten zugleich mit Salzwasser emporsteigt und die angrenzenden Schichten tränkt, was man auch bei der galizischen und rumänischen Erdölindustrie beobachtet hat. (Naturw. Wochenschr., Bd. III (1904), Nr. 38.)

Strittig wie die Entstehung des Petroleums war lange Zeit auch der Ursprung des Asphalts, dessen Auftreten und chemische Zusammensetzung sehr wechselnd und mannigfaltig ist, was schon die verschiedenen Namen, Naphtha, Gasterit, Vergteer, Erdpech, Asphalt, andenten. Gegenwärtig sieht man ihn meist als ein Oxydationsprodukt des Petroleums an. Sein Auftreten nahe der Oberfläche und in feinsporigen Gesteinen, in denen eine ausgedehnte Verährung mit der Luft möglich ist, ferner die Erscheinung, daß die oberen Petroleumschichten wesentlich dickflüssiger sind als die tieferen, spricht dafür, daß das Bitumen in Form leichtflüssiger Stoffe aus der Tiefe aufsteigt und in höheren Schichten durch Verährung mit lufthaltigen Wässern oder anderen atmosphärischen Einwirkungen allmählich bis zur Dicke des Asphalt oxydiert wurde. Indem

dieser die Poren des Gesteins, in dem er entstanden ist, verstopft, schließt er die oxydierenden Einflüsse ab und bildet so das Endglied des Vorganges.

Eine weit größere Bedeutung als das im Toten Meer und dem berühmten Asphaltsee auf Trinidad schwimmende Erdpech oder der gangförmig in Gesteinsklüften auftretende reine Asphalt hat gegenwärtig der Asphaltkalk, ein Kalkstein, der vollständig mit Asphalt oder dem etwas weniger festen Vergteer durchtränkt ist. Zu feinem breunen Pulver zermahlen, bildet er den sogenannten Stampfasphalt, der über fester Betonunterlage das Asphaltpflaster der Großstädte liefert, die Wonne der Wiener Kafiergänge und der Berliner „Weißlackierten“. Fast überall, wo Petroleum auftritt, findet sich auch Asphalt als Imprägnation in Gesteinen. Doch ist die Zahl der technisch benutzbaren Asphaltkalle immerhin ziemlich beschränkt. Ein bedeutendes Vorkommen dieser Art liegt in Mittelitalien an dem terrassenförmigen Nordwestabhange des Majella-Gebirges, eines nordöstlichen Ausläufers der Apenninen. Hier treten auf einem Gebiet von etwa 50 Quadratkilometer drei Zonen von tertiären Asphaltkalken auf, die durch Tagebau oder mittels einfacher Stellen abgebaut werden.

Neben ihren Reichtümern an Kohle, Petroleum und Metallen erfreuen die Vereinigten Staaten von Nordamerika sich gewaltiger Lager von schätzbaren Salzen, die zum Teil erst in jüngster Zeit entdeckt sind. Zu ihnen gehören die Boratablagerungen im Tal des Todes und der Mohawerüste, zwei der schauerlichsten Einöden im Südosten Kaliforniens. Der Borat kommt hier in einer regelmäßigen Schicht vor, durchsetzt von halbverhärteten Sand- und Tonbetten. Die bedeutendste Ablagerung von Boratsalzen befindet sich zu Borate bei Daggett an der Kalifornischen Bahn; das hier angetroffene Mineral kommt schichtenförmig zwischen Seebalagerungen in einer Mächtigkeit von 5 bis 50 Fuß vor, es besteht aus wasserhaltigem Kaliborat (Colemanit). Die ehemaligen Seebetten und die Boratschichten lassen sich an manchen Orten meilenweit verfolgen. Die bedeutendsten Ablagerungen befinden sich im Death Valley (Tobestall), wo ein an zahlreichen Stellen zu Tage tretendes Colemanitlager entdeckt wurde, das sich in einer Mächtigkeit von 4 bis 10 Fuß mindestens 25 Meilen weit erstreckt. Es müssen hier in früheren geologischen Epochen große, durch Gebirgsriegel abgesperrte Seen bestanden haben, deren Wasser zu Zeiten verdampfte und seine mineralischen Bestandteile, Salz, Soda, Gips und Borat, zurückließ. Sand und Schlamm neuer Gewässer bedeckte die Lager später. (Pharmaceut. Zentralhalle 1905, S. 767; Gaea 1904, S. 119.)

Wie hier in den Wüsten Kaliforniens, so wird wahrscheinlich auch in der Sahara das unfruchtbare Salz neues Leben aus den Ruinen vergangener Erdperioden sprießen lassen. Die französischen Forscher und Expeditionsleiter haben daselbst südlich von Erg am Plateau von Tadmaït in einer devonischen Schicht große Nitratlager aufgedeckt, deren Salpeter den Eingeborenen zur Schießpulverfabrikation diene. Der Abbau wird wahrscheinlich nicht auf sich warten lassen. (Naturw. Wochenschr. 1904, S. 575.)

Energien und Stoffe.

(Physik und Chemie.)

Radium und Komp. * Verdächtige Strahlungen. * Der Weltführer und andere neue Elemente. * Die Wunder des magnetischen Feldes. * Das ideale Spektrum und das Prisma. * Vom Leben der Kristalle und Metalle.

Radium und Komp.

Raum eine Firma ist so schnell zur Weltberühmtheit gelangt, wie Radium & Komp. Aus winzigen Anfängen hervorgegangen — das ursprüngliche Betriebskapital betrug wenige Milligramm — hat sie es verstanden, teils durch eigene Tüchtigkeit, teils durch ein wenig Reklame, die breitesten Schichten des Publikums für sich zu interessieren. Sie hat nicht nur auf der Weltausstellung zu St. Louis gegläntzt; sie beschäftigt nicht nur zahlreiche Jünger der Minerva, darunter berühmteste Namen, sie hat sogar die Dichter begeistert, den Pegasus zu satteln und in ihren Dienst zu stellen. *) Kein Geringerer als Edwin Vornmann, der berühmte Landsmann Klemensens, hat ein Lied zum Preise des Radiums gesungen, das wir unseren Lesern um keinen Preis vorenthalten möchten. Hier ist es:

Reiß' dir die Hände, Publikum,
Nun ist entdeckt das Radium!
Ein braves Forscherhepaar
Sog es aus Licht mit Haut und Haar.

Was ist denn nur das Radium?
Vernimm es, Welt, bewunderungsstumm:
Ein neugeback'nes Element,
So zapp'lig, wie man keins noch kennt.

Was tut es denn, das Radium?
Es wirft beständig um sich 'rum
Und fliegt dabei, wer weiß wie weit,
In weniger als keiner Zeit.

Und wie verhält sich's Radium?
Es wirft Naturgesetze um;
Die Wissenschaft gerät dabei
In kolossale Wackelei.

Und wie benimmt sich's Radium?
Es neckt sich mit den Menschen 'rum,
Und wer's zu streicheln sich getraut,
Dem zieht es Blasen auf der Haut.

So tückisch ist das Radium?
O, nehm den kleinen Scherz nicht trumm!
Im Heilen auch, hat man heraus,
Sticht's manchen Sanitätsrat aus.

So ist's ein Arzt, das Radium?
Gewiß, verehrtes Publikum;
Es lehrt die Blinden wieder seh'n,
Wohl nächstens auch die Krüppel geh'n.

*) Daß sie sich, wie jeder neu aufblühende Zweig der Wissenschaft, auf ein neues Organ geschaffen hat, ist eigentlich selbstverständlich; es ist das seit Mitte 1904 erscheinende „Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik“ (Hirzel, Leipzig).

Was kann's denn noch, das Radium?
Es wärmt auch liebes Publikum;
Daß bald die Welt den Kohlenmann
Und den des Koffees müssen kann.

Sonst nichts? Ei doch, das Radium
Photographiert im Kinstern 'rum
Und macht mit ries'ger Vehemensz
Den Röntgenstrahlen Konkurrenz.

Kurzum, es ist das Radium
Ein Mobile perpetuum,
Ein Stoff von höchst verschmügter Art,
Ein zweiter Doktor Eisenbart.

Mir aber geht das Radium
Beständiglich im Kopf herum.
Vielleicht fällt für die Poesie
Nuch etwas Schönes ab dabei!

Hätt' ich ein Stückchen Radium,
Ich gäbe sonst etwas darum,
Ich richtet's ab zum Dichten mir
Und sparte Tinte und Papier.

Gewiß interessiert es den Leser, die Mitglieder unserer berühmten Firma einmal vollständig beieinander zu sehen. Es sind folgende:

1. Alle Uranminerale und auch alle gereinigten Thorverbindungen. Von ihnen ging die Entdeckung der neuen Strahlung, der Radioaktivität, aus. Fluoreszierende Substanzen, z. B. Uransulfat, auf eine vor Licht geschützte photographische Platte gebracht, bewirkten eine bei der Plattenentwicklung hervortretende Schwärzung der Platte, welche ungefähr der Projektion des Minerals entsprach. Das Uransalz hatte also eine Strahlung ausgesendet, die imstande war, die undurchsichtigen Hüllen um die Platte zu durchdringen und letztere zu belichten.

2. Das von dem „braven Forscherhepaar“ Curie aus Pechblende dargestellte Radium, ein Stoff mit charakteristischem Spektrum, der sich chemisch analog dem Barium, einem im Schwermetall entdeckten goldgelben Metalle, verhält. Reines Radium soll 100.000mal stärker aktiv sein als Uran. Es ist in der Pechblende nur in minimalen Mengen vorhanden. Mehrere Wagonladungen dieses Minerals, die von Joachimsthal nach Paris gingen, ergaben nur wenige Sehtelgramm Radium. Diese Substanz ist deshalb augenblicklich die wertvollste auf Erden. Ein Gramm Radiumbromid, einer sehr wirksamen Radiumverbindung, kostet gegen 40.000 Mark. Die Curies hatten zu ihren epochenmachenden Untersuchungen nur Milligramme augenblicklich reinen Radiums zur Verfügung.

3. Polonium, ebenfalls aus Pechblende von den Curies gewonnen, entspricht in seinem chemischen Verhalten dem Bismut.

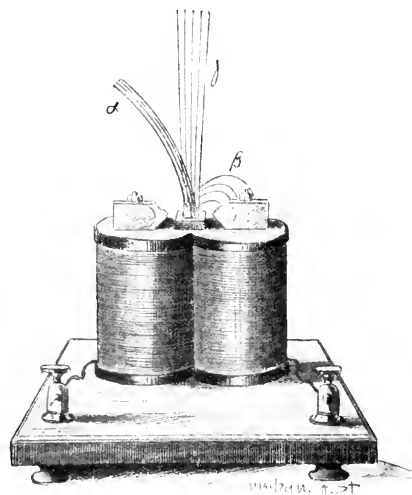
4. Actinium, ein von Debierne dargestellter Körper, von dem aber noch nicht sicher nachgewiesen werden konnte, daß er nicht mit dem Thor identisch ist. Seine Aktivität ist 5000mal stärker als die des Uran.

5. Radioblei, ein von Hofmann dargestellter aktiver Stoff.

6. Ein dem Lanthan verwandter, von Giesel dargestellter Körper, der aber hauptsächlich Emanation zeigt.

7. Auch Ozon und Wasserstoffsuperoxyd kann man zu den radioaktiven Substanzen rechnen.

Durch alle diese primär radioaktiven Stoffe kann in anderen Substanzen Radioaktivität hervorgerufen



Ablenkung der Radiumstrahlen durch den Elektromagneten.

oder induziert werden, und diese durch die bloße Nähe radioaktiver Substanzen induzierte Aktivität kann in ihnen stunden- bis wochenlang erhalten bleiben, was freilich gegenüber dem gewaltigen Zeitraumen, durch welche primär aktive Substanzen Energie ausstrahlen, wenig sagen will.

Eine ausgezeichnete Zusammenfassung dessen, was über die radioaktiven Vorgänge bisher ermittelt ist, hat das Ehepaar Curie gegeben.^{*)}

Als radioaktiv bezeichnet man die Substanzen, welche die Fähigkeit besitzen, spontan (ohne Anstoß von außen) und dauernd gewisse nach ihrem Entdecker Becquerelstrahlen genannte Strahlen auszusenden. Diese Strahlen wirken auf die photographische Platte, machen die Gase, z. B. die atmosphärische Luft, welche sie durchsetzen, elektrisch leitend und vermögen schwarzes Papier und Metall

zu durchdringen. Sie werden nicht reflektiert, nicht gebrochen und nicht polarisiert.

Der am besten erforschte radioaktive Körper ist das Radium. Man weiß heute, daß es eine Gesamtheit von Strahlen verschiedener Natur ausstrahlt, welche in drei Gruppen zusammengefaßt werden können. Man bezeichnet diese drei Strahlengruppen durch die Buchstaben α , β und γ . Die Wirkung des Magneten auf sie gestaltet, sie zu unterscheiden — denn sichtbar werden sie dem Auge natürlich nicht. In einem starken Magnetfeld werden die α -Strahlen ein wenig von ihrer geradlinigen Bahn abgelenkt, und die Ablenkung geschieht in gleicher Weise wie für die „Kanalstrahlen“ Goldsteins in Vakuumröhren; im Gegensatz hierzu werden die β -Strahlen wie die Kathodenstrahlen abgelenkt, während die γ -Strahlen sich wie Röntgenstrahlen verhalten und nicht abgelenkt werden.

Die interessanteste Strahlungsart sind die β -Strahlen des Radiums. Sie bilden, analog den Kathodenstrahlen, eine heterogene, in sich nicht gleichartige Gruppe, deren Strahlenarten sich voneinander durch ihr Durchdringungsvermögen und ihre Ablenkung im Magnetfeld unterscheiden.

Gewisse β -Strahlen werden von einem einige Hundertstel Millimeter dicken Aluminiumblättchen absorbiert, während andere unter Diffusion (mit Fortsetzung vorhandener Zurückwerfung) mehrere Millimeter Blei durchdringen.

Wir erzeugen mittels eines Stückchens Radium und eines durchlochten Schirmes, der schon gewisse Strahlenarten zurückhält, ein geradliniges Bündel Becquerelstrahlen. Erregen wir dann ein gleichförmiges magnetisches Feld senkrecht zur Richtung des Strahlenbündels, so krümmen sich die β -Strahlen und beschreiben Kreishögen in einer Ebene senkrecht zur Richtung des Magnetfeldes. Die durchdringenden Strahlen werden am wenigsten abgelenkt. Fängt man das abgelenkte Strahlenbündel mittels einer photographischen Platte auf, so bildet die Strahlenwirkung auf dieser ein richtiges Spektrum, in welchem die verschiedenen β -Strahlen ihre Wirkung getrennt zur Geltung bringen.

Man kann annehmen, daß die β -Strahlen aus Projektilen (Elektronen) bestehen, die negativ elektrisch geladen sind und vom Radium aus mit großer Geschwindigkeit fortgeschleudert werden. Aber nicht nur die zwischen den Magnetpolen ausgespannten Kraftlinien (magnetisches Feld), sondern auch das elektrische Feld lenkt die β -Strahlen ab, und es ist interessant, die Wirkung der beiden Felder, allein und verknüpft, auf die Strahlen zu studieren, wie das Kaufmann mit Hilfe der photographischen Platte getan hat.

Bei Abwesenheit der beiden Kraftfelder ist der Eindruck des Strahlenbündels auf die Platte ein kleiner kreisrunder Fleck. Wirkt das Magnetfeld allein, so erzeugen die verschiedenen β -Strahlen, welche ungleich abgelenkt werden, aber in einer Ebene normal zum Felde bleiben, auf der Platte einen Eindruck in Form einer geraden Linie. Wenn das elektrische Feld allein wirkt, so erzeugen die ungleich abgelenkten Strahlen auf der Platte einen geradlinigen Eindruck, der senkrecht zu dem eben erhaltenen ist. Wenn die beiden Felder gleichzeitig

^{*)} P. Curie, Neue Untersuchungen über Radioaktivität, Physik. Zeitschrift 5. Jahrgang, Nr. 11 u. 12. Frau Curie, Untersuchungen über die radioaktiven Substanzen, Heft 1 der Publikation „Die Wissenschaft“ (Dieweg u. S., Barmischweg).

wirken, so ist der Eindruck auf der Platte eine Kugel, von der jeder Punkt einer verschiedenen Art von β -Strahlen entspricht.

Gewisse β -Strahlen haben eine der Lichtgeschwindigkeit nahekommende Bewegung. Begreiflicherweise müssen mit solcher Geschwindigkeit besetzte Gefäße, wenn sie sehr klein sind, der Materie gegenüber eine sehr große Durchschlagskraft haben.

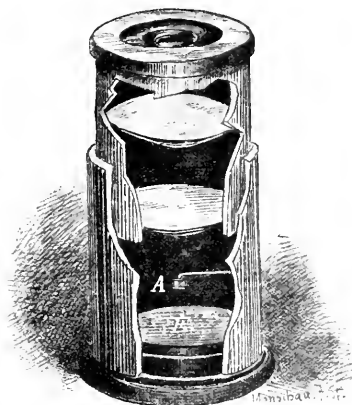
Die α -Strahlen des Radiums sind dagegen sehr wenig durchdringungsfähig: ein Aluminiumblättchen von einigen hunderttellen Millimeter Dicke absorbiert sie fast vollständig. Dasselbe tut die Luft, so daß sie die Luft bei Atmosphärendruck*) auf eine Entfernung von mehr als 10 Zentimetern nicht durchdringen. Die α -Strahlen bilden den wichtigsten Teil der Radiumstrahlung in Rücksicht auf die Größe der Ionisierung, die sie in der Luft hervorruft. Sie werden zwar durch die stärksten elektrischen und magnetischen Felder sehr wenig abgelenkt, unterscheiden sich aber von den ebenfalls nicht ablenkbaren Röntgenstrahlen durch die Absorption bei vorgeschalteten Schirmen. Beim Durchgang durch aufeinanderfolgende Schirme werden nämlich die α -Strahlen immer weniger durchdringungsfähig, während unter denselben Umständen die Durchdringungsfähigkeit der Röntgenstrahlen wächst. Es scheint, daß man einen α -Strahl einem Projektil vergleichen kann, dessen Energie beim Durchgang durch jeden Schirm abnimmt. Diese Projektile sind mit großer Geschwindigkeit begabt und mit positiver Elektrizität geladen. Die Gruppe der α -Strahlen scheint homogen zu sein; denn diese Strahlen werden alle in derselben Weise durch das Magnetfeld abgelenkt und geben alsdann kein ausgebreitetes Spektrum auf der Platte wie die β -Strahlen. Ihre Geschwindigkeit ist 20mal schwächer als die des Lichtes.

Die α -Strahlen sind es, die in dem mit Crookes' Spintharoskop ausgeführten Versuche wirken (s. auch Jahrg. II, S. 157). In diesem Apparat wird ein winziges Bröckchen Radiumsalz (A, Bruchteil eines Milligramms) durch einen Metalldraht in geringer Entfernung von einem phosphoreszierenden Zirkulfaltischirm (E) gehalten. Unterdrückt man in der Dunkelheit die dem Radium zugekehrte Fläche des Schirmes, so bemerkt man über dem Schirm verstreut leuchtende Punkte, die an einen Sternenhimmel erinnern und fortgesetzt erscheinen und verschwinden. Nach der ballistischen oder Abschleuderungstheorie kann man sich vorstellen, daß jeder leuchtende Punkt, der auftritt und verschwindet, durch den Aufschlag eines Projektils entsteht. Wir hätten hier zum erstenmal eine Erscheinung vor uns, welche die individuelle Wirkung eines Atoms zu unterscheiden gestattet.

Die γ -Strahlen des Radiums sind den Röntgenstrahlen vollkommen vergleichbar. Sie scheinen nur einen geringen Teil der Gesamtstrahlung auszumachen. Es gibt γ -Strahlen von außerordentlich großem Durchdringungsvermögen und diese werden beim Durchgange durch die meisten Körper nur sehr wenig zerstreut. Lassen wir ein Bündel Becquerel-

strahlen vom Radium ausgehen und begrenzen wir es durch Spalte, die aus Bleischirmen ausgeschnitten sind, so werden beim Auftreffen auf einen dünnen Schirm die α -Strahlen absorbiert, die β -Strahlen nach allen Richtungen hin zerstreut, während die γ -Strahlen den Schirm teilweise durchdringen, als wohlbegrenztes Bündel mit scharfen Rändern; sie können in dieser Weise ein dickes Glasprisma durchsetzen, ohne daß das Bündel dadurch aufhört, geradlinig und scharf begrenzt zu sein.

Das Polonium ist eine Quelle für α -Strahlen ohne Beimischung der anderen Strahlenarten, was für gewisse Untersuchungen von Wert ist. Aber die Quelle erschöpft sich und nach Ablauf einiger Jahre hat das Polonium, wenn es von dem Mine-



Spintharoskop.

ral, in dem es enthalten war, abgechieden ist, seine Aktivität verloren. Thor, Uran und Aktinium scheinen α - und β -Strahlen auszusenden.

Die elektrische Ladung der Radiumstrahlen läßt sich sehr gut erweisen. Entsprechend der Annahme, daß die α -Strahlen positive, die β -Strahlen negative elektrische Ladung transportieren, laden die β -Strahlen des Radiums die Körper, von denen sie absorbiert werden, negativ. Wenn dagegen ein Radiumsalz von einer isolierenden Schicht umgeben wird, so daß die α -Strahlen nicht hinausstreten können, während es β -Strahlen nach außen aussendet, so läßt es sich positiv auf, d. h. es bleibt seine positive α -Strahlung in ihm zurück. Ein hermetisch verschlossenes Gefäßchen, welches ein Radiumsalz enthält, läßt sich von selbst elektrisch wie eine Leidener Flasche. Rigt man nach ausreichend langer Zeit mit einem Glasmesser die Wände des Gefäßchens, so tritt ein Funke aus, wacher das Glas an einer Stelle durchschlägt, wo die Wand durch das Glasmesser dünner gemacht worden ist. Gleichzeitig spürt der Beobachter einen kleinen Schlag in den Fingern infolge des Durchganges der Entladung.

Daß die Becquerelstrahlen in einer großen Anzahl von Körpern Phosphoreszenz hervorufen, ist schon im II. Jahrbuch (S. 157, 158) be-

*) Der unter dem 45. Breitengrade auf dem Meerespiegel bei 0° herrschende Luftdruck. Als Einheit gilt allgemein derjenige Druck, der einer Quecksilbersäule von 60 Millimeter Höhe das Gleichgewicht hält.

vorgehoben. Die phosphoreszierenden Substanzen werden aber auch durch fortgesetzte Einwirkung der Radiumstrahlen verändert; sie werden dann weniger erregbar und leuchten schwächer unter der Einwirkung der Strahlen. Gleichzeitig verfärben und färbung sich diese Körper. Glas färbt sich violett und schwarz oder braun; die Alkalisalze werden gelb, grün oder blau; durchsichtiger Quarz wird zu Rauchquarz, farblosler Topas wird gelb, orange u. s. w. Das durch Radium gefärbte Glas ist thermolumineszent (bei Erwärmung leuchtend). Erhitzt man es auf etwa 500 Grad, so sieht man es Licht ausstrahlen, sich gleichzeitig entfärben und in seinen ursprünglichen Zustand zurückkehren; es ist nun fähig, sich unter Einwirkung von Radiumstrahlen aufs neue zu färben.

Die Radiumsalze, aus denen das Radium gewonnen wird, sind selbstleuchtend. Die größte Leuchtkraft weisen die Unhydride von Radiumchlorid und Radiumbromid auf. Man kann sie von hinreichender Leuchtkraft erhalten, um ihr Licht bei vollem Tageslicht sehen zu können; es erinnert in seiner Färbung an das des Glühwurmes und nimmt mit der Zeit ab, ohne jemals völlig zu verschwinden. Man kann annehmen, daß diese Salze sich selbst zur Phosphoreszenz erregen, durch die Einwirkung der Querelstrahlen, welche sie ausstrahlen. — Ebenso sind die Radiumsalze eine dauernde Wärmequelle. Wie beträchtlich diese Wärmeentbindung ist, läßt sich schon an einem einfachen Experiment zeigen. In zwei gleiche Vakuumgefäße stellt man je ein Glasfläschchen mit 7 Dezigramm reinen Radiumbromids und irgend einer inaktiven Substanz, z. B. Chlorbaryum. Dann zeigt ein gewöhnliches in der Nähe der aktiven Substanz angebrachtes Thermometer beständig eine um 5 Grad höhere Temperatur an als das im Vakuumgefäß mit dem Chlorbaryum stehende Thermometer.

Die neueren Untersuchungen über die Radioaktivität haben sich besonders mit der sogenannten Emanation (Ausströmung) beschäftigt. Wir übergehen die einzelnen Versuche, die durch ihre Exaktheit und Kompliziertheit vielfach an das im Reiche der Alchemen geübte Verfahren erinnern: Da ward ein roter Feu, ein kühner freier, im lauen Bad der Lili vermählt und beide dann, mit offenem Klammerfeuer, aus einem Brautgemach ins andere geehrt — und halten uns an das, was diese Versuche über die Natur der Emanation ergeben haben.

Nach Rutherford ist die Emanation eines radioaktiven Körpers ein materielles Gas, das aus diesem Körper hervortritt. Es verhält sich in mancher Hinsicht wie andere Gase, weicht aber in einigen Punkten ab. So hat man z. B. bisher keinen von der Emanation ausgezeichneten Druck beobachtet, und ebensowenig ließ sich durch Wägung die Unwesenheit eines materiellen Gases feststellen. Nach ein charakteristisches, von ihr herrührendes Spektrum, wie es doch sonst jedes Element auch bei Anwesenheit noch so geringer Mengen erzeugt, ließ sich bisher mit Sicherheit nicht entwerfen. Alle unsere Kenntnisse über die Eigenschaften der rätselhaften Ausströmung verdanken wir Messungen der von ihr erzeugten Radioaktivität.

Als gewöhnliches materielles Gas könnte man übrigens die Emanation auch deshalb nicht ansehen, weil sie von selbst aus einer versiegelten Röhre, in der sie eingeschlossen war, verschwindet. Die Schnelligkeit dieses Verschwindens ist völlig unabhängig von der Anordnung des Versuches, besonders von der Temperatur. Auch geht die Emanation mit äußerster Leichtigkeit durch die feinsten Löcher und Spalten fester Körper hindurch, da, wo unter denselben Bedingungen die gewöhnlichen materiellen Gase nur mit sehr großer Langsamkeit sich zu bewegen vermögen.

Sehr merkwürdig ist ferner, daß alle möglichen Vermählungen, die Emanation zu irgend einer chemischen Verbindung zu veranlassen, ihm überhaupt eine chemische Wirkung zu entlocken, fruchtlos geblieben sind. Rutherford erklärt diese Tatsache dadurch, daß die Emanationen Gase aus der Familie des Argon, jenes chemisch höchst indifferenten Bestandteiles der Luft, sind.

Derselbe Forscher nimmt an, daß das Radium sich von selbst zerstört, und daß die Emanation eines seiner Zerfallsprodukte sei. Ein anderes dieser Zerfallsprodukte wäre das Helium, über dessen Entstehung aus Radium schon im II. Jahrbuch (S. 137) kurz berichtet worden ist.*

Um diese für die grundlegendsten Fragen der Erkenntnis wichtige Vermutung zu bestätigen oder zu widerlegen, haben Sir W. Ramsay und J. Soddy eine Reihe weiterer Versuche über die Entwicklung von Helium aus Radium angestellt. Aus zwanzig Milligramm Radiumbromid, die in abgekochtem Wasser aufgelöst waren, wurde das Gas, etwa ein halber Kubikzentimeter, gesammelt, in einen völlig luftleer gemachten Miniaturapparat gebracht und hier in einer Vakuumröhre ins Glähen versetzt. Es zeigte sich im Spektrum des Gases die gelbe, für Helium charakteristische Linie D₃, wie durch ein mit wirklichem Helium entworfenes Vergleichsspektrum zweifellos festgestellt wurde. Bei einem zweiten Versuche, der mit einem etwas größeren Quantum Gas angestellt wurde, zeigte sich die D₃-Linie anfangs nicht. Am nächsten Tage sah man sie, aber sehr schwach; ihre Stärke nahm von Tag zu Tag zu, und nach fünf Tagen waren sowohl die gelben, grünen und zwei blaue Linien, als auch die violette Linie des Heliums sichtbar; ihre Identität wurde mittels eines Vergleichsspektrums erwiesen. Die nächsten Versuche hatten ähnliche Ergebnisse, so daß wohl an der Umwandlung eines Teiles des Radiums in Helium kaum noch gezweifelt werden kann.

Das Radiumatom ist also nicht, wie man das von einem Atom bisher annahm, unverwandelbar, sondern zerfällt und entwickelt dabei beträchtliche Energie. Auf ihre Experimente gestützt, behaupten Ramsay und Soddy:

1. Daß bei jedem Zerfall nur eine Partikel vom Atom ausgeht;
2. daß der größte Teil der Zerfallsenergie in Form von kinetischer Energie der α -Strahlung auftritt;

*) Physikalische Zeitschrift, 5. Jahrg. (1904), Nr. 13.

3. daß die Emanation ein einatomiges Gas ist. *)

früher wußte man nichts von einer den Atomen selbst innewohnenden Energie. Man verfaßte unter Atom etwas absolut Stabiles, Unveränderliches, und konnte nicht ahnen, daß einmal eine Zeit kommen würde, in der sich ein etwaiger Energieinhalt der Atome offenbaren würde. Während man früher die innere Energie eines Atoms gleich Null ansah, zeigt sich nun, daß sie einen beliebigen großen Wert haben kann, und zwar ist dieser, wie E. Røse nachweist, von der Temperatur unabhängig. Die Bequerelstrahlung eines Radiumpräparates z. B. ist weitgehend unabhängig von der Temperatur, sowohl in flüssiger Luft (—195 Grad) als auch beim Erwärmen bleibt die Strahlung dieselbe.

Nachdem man schon vor Jahrzehnten das Helium in der Sonnenatmosphäre entdeckt hat, im Bereich der Erde aber nicht auffinden konnte, darf man nun, da die Umwandlung von Radium in Helium stattfindet, folgern, daß auch Radium in der Sonne vorhanden sein muß. Da dieses nun ein Körper von so außerordentlicher Energiestrahlung ist, so läßt sich annehmen, daß mindestens ein Teil der Sonnenstrahlung nicht durch die Zusammenziehung des Sonnenballs, sondern durch das dort vorhandene Radium gedeckt wird. W. J. Wilson hat sogar, gestützt auf bestimmte Rechnungen, gezeigt, daß die gesamte Wärmestrahlung der Sonne durch Radium bestritten werden könne, ohne daß dessen Menge auf der Sonne unwahrscheinlich groß zu sein brauchte. Was aber der Sonne recht ist, dürfte den Fixsternen billig sein. **) — Für die Kraft der Radiumstrahlung haben kürzlich zwei Lausanner Forscher, Ingenieur Held und Prof. H. Dufour, einen schönen Beweis geliefert, indem sie Radiumstrahlen durch eine polierte Granitplatte von nahezu zwei Fuß Dicke, desgleichen durch Stahlplatten von 1 Zentimeter Dicke hindurch auf ein allerdings sehr lichtempfindliches photographisches Papier wirken ließen.

Über das Spektrum der Radiumemanation, das, wie oben bemerkt, noch nicht zuverlässig festgestellt war, haben Sir W. Ramsay und Prof. J. Norman Collie eine Reihe sehr mühevoller Untersuchungen ausgeführt, deren Ergebnis hier mitgeteilt sei.

Wenn man von „Radiumemanation“ spricht, so ist das eine Art Verlegenheitsausdruck; es ist nunmehr genügende Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß diese Emanation ein Element ist, das Wort im üblichen Sinne genommen; freilich nur ein vergänglichliches Element, das man richtiger vielleicht als

Mischung bezeichnen; aber wovon? Es verhält sich hinsichtlich der Leidenfähigkeit, mit der es sich während seiner freiwilligen Veränderung teilt, und hinsichtlich der besonderen elektrischen Erscheinungen, die seine Veranänderung begleiten, völlig abweichend von jedem bekannten Gemisch. Es gehört zu den Gasen, es folgt dem Boyle'schen Gesetz (Druck und Volumen — Raumausfüllung — eines Gases sind bei gleichbleibender Temperatur umgekehrt proportional). Wie Rutherford und Soddy gezeigt haben, gleicht es den Gasen der Argongruppe hinsichtlich seiner Unlöslichkeit, chemische Verbindungen einzugehen; denn es widersteht nicht nur der anhaltenden Einwirkung rotglühenden Magnesiums, welches sogar Argon in geringen Mengen langsam aufsaugt, sondern auch fortdauernder Behandlung mit Sauerstoff in Gegenwart von Alkali. Sein Molekulargewicht liegt nahe bei 200, und wenn es ein einatomiges Gas wäre, drückte diese Zahl zugleich auch ungefähr sein Atomgewicht aus.

Es erscheint nun ratsam, einen Namen zu erfinden, der seine Herkunft ins Gedächtnis ruft und zugleich durch seine Endung den radikalen Unterschied andrückt, der zweifellos zwischen ihm und anderen Elementen besteht. Da es dem Radium entstammt, könnte man es einfach Eradicium nennen. Findet es sich, daß die dem Thorium zugeschriebene Emanation wirklich diesem Element entstammt und nicht irgend einem anderen, das dem Thor in außerordentlich kleinem Betrage beigemischt ist, so könnte es in ähnlicher Weise als Erythorium bezeichnet werden, und ebenso könnte ein Eractinium getauft werden. Es ist nicht gerade wahrscheinlich, daß andere entdeckt werden sollten; geschähe es aber, so könnte auch bei ihrer Benennung derselbe Grundsatz befolgt werden. *)

Daß das Radium ununterbrochen verschiedene Strahlenarten, Emanation und dazu noch Wärme ausstrahlt, anscheinend ohne an Gewicht abzunehmen, erscheint so unvereinbar mit den sonst geltenden physikalischen Gesetzen, daß die Frage nach der Quelle dieser unerschöpflich sprudelnden Energie entstehen muß. Über die Entstehung der Wärmestrahlung des Radiums hat neuerdings Lord Kelvin in der British Association eine bemerkenswerte Ansicht geäußert; er sagt ungefähr:

Wenn die Wärmeausstrahlung des Radiums ununterbrochen 10.000 Stunden andauert, so würde sie genügen, um die Temperatur von 900 Kilogramm Wasser um 1° zu erhöhen. Es scheint mir jedoch unmöglich, daß diese Wärme von einem Energievorrat stammen kann, welcher von 1 Gramm Radium in den 10.000 Stunden abgegeben wird; vielmehr scheint mir absolut sicher zu sein, daß, wenn eine solche oder auch eine geringere Wärmeausstrahlung Monat für Monat vor sich gehen kann, in irgend einer Weise Energie von außen zugeführt werden muß, um die Wärmeenergie zu liefern, welche in das Material des Wärmeapparates (Kalorimeters) hineingelangt. **) Ich wage zu ver-

*) Physikal. Zeitschrift, 5. Jahrgang (1904), Nr. 13.

**) Wie groß die Radiummenge der Erde sein könnte, hat E. Liebenow in einer kleinen Abhandlung (Physik. Zeitschr. 5. Jahrg., Nr. 20) untersucht. Die von der Erde befindlich abgegebene Wärme steigt im wesentlichen als ein konstanter Wärmestrom aus der Tiefe empor, eine Tatsache, die sich in der sogenannten geothermischen Tiefenstufe, dem Wärmerwerden des Erdkörpers nach innen zu, kundgibt. Soll diese Wärmemenge durch Radiumausstrahlung stetig ersetzt und die Temperatur im Erdinnern konstant erhalten werden, so sind dazu höchstens $2 \cdot 10^{14}$ Gramm Radium erforderlich, da andernfalls die Erdtemperatur beständig wachsen müßte. Das würde bei gleichmäßiger Verteilung für den Kubikmeter Erdmasse nur ein fünftausendstel Milligramm Radium ergeben.

*) Proceedings of the Royal Soc., vol. 73, Nr. 495.

**) Curie fand bei gewöhnlichen Temperaturen eine Wärmeemission von 90 Kalorien pro Gramm und Stunde, Dewar und Curie der Temperatur des flüssigen Sauerstoffs eine solche von 58 Kalorien.

muten, daß Ätherwellen dem Radium irgendwie Energie liefern, während es Wärme an die ponderable Materie der Umgebung abgibt. Denken wir uns ein Stück schwarzes Tuch hermetisch in einen Glaskasten eingeschlossen und in ein der Sonne ausgesetztes Glasgefäß mit Wasser gefüllt, und denken wir uns einen gleichen Glaskasten mit weißem Tuch in ein ebensolches Glasgefäß mit Wasser versetzt und gleicherweise den Sonnenstrahlen preisgegeben; dann wird das Wasser in dem ersten Glasgefäß stets sehr merklich wärmer sein als das Wasser in dem zweiten. Dies ist analog dem ersten Experiment Curies, als er die Temperatur eines Thermometers, neben dessen Kugel ein kleines Röhrchen mit Radium lag, in einem kleinen Behälter aus weichem Material beständig ungefähr 2° höher fand, als die eines anderen gleichen, ähnlich umschlossenen Thermometers mit einem Glasröhrchen ohne Radium. Durch Beobachtung der Temperatur des Wassers in unseren beiden Glasgefäßen kann eine kalorimetrische Untersuchung ausgeführt werden, welche zeigt, wieviel Wärme stündlich von dem schwarzen Tuch an das umgebende Glas und das Wasser abgegeben wird. Hier haben wir Wärmeenergie, die dem schwarzen Tuch von den Wellen des Sonnenlichts mitgeteilt und als thermometrische Wärme an das Glas und das Wasser abgegeben wird. Somit haben wir wirklich Energie, die durch das Wasser nach innen wandert kraft der Lichtwellen und wieder nach außen durch denselben Raum vermöge Wärmeleitung. Meine Vermutung bezüglich des Radiums mag für gänzlich unannehmbar gehalten werden; aber man wird zugeben, daß Versuche angestellt werden müssen, in denen man die Wärmeausendung von Radium, das gänzlich mit dickem Blei umgeben ist, also möglichst wenig Sonnenenergie aufnehmen könnte, vergleicht mit der Emission, die man mittels der bisher benötigten Umhüllungen gefunden hat. — Aber die Ausführung solcher Versuche, die den Schleier des Geheimnisses der Radioaktivität etwas lüften könnten, wird man hoffentlich bald hören. Indessen müssen wir unsere Aufmerksamkeit noch einigen anderen geheimnisvollen Strahlungen zuwenden.

Verdächtige Strahlungen.

Es läßt sich nicht leugnen: die Sache mit den unsichtbaren Strahlen fängt an, unheimlich zu werden. Zwar sagen die Physiker, wenn man zu zweifeln wagt, nicht geradezu wie Gretchen: Das ist nicht recht, du mußt daran glauben; aber man möchte doch auch gern sehen oder fühlen, und da dieses Verlangen nur in den seltensten Fällen befriedigt werden kann, so bleibt es eben beim Zweifeln oder beim Glauben. Wir Deutschen haben bekanntlich angefangen, haben die Entdeckungen auf diesem anscheinend grenzen- und ulerlosen Gebiete durch die Auffindung der herrlichen Wellen und der Karibodenstrahlung eingeleitet. Die Franzosen folgten mit den Becquerelstrahlen und der Entdeckung der radioaktiven Stoffe, in deren Erforschung jetzt freilich England und Nordamerika sich an die Spitze drängen. Dafür hat Frankreich sich aber etwas ganz Apartes vorbehalten, die Rancey- oder N-Strahlen,

die Entdeckung Blondlots, über die im vorigen Jahrgang (S. 128) schon verschiedenes berichtet werden konnte. Wir werden auf Blondlots weitere Forschungen noch zurückkommen und berühren hier zunächst einen Vorgang, den man als N-Strahlung lebender Organe bezeichnen kann.

Charpentier und E. Meyer haben mit Hilfe der phosphoreszierenden Stoffe, welche uns die Anwesenheit von N-Strahlen durch ihr Aufleuchten verraten, entdeckt, daß der menschliche, tierische und pflanzliche Organismus im normalen Zustande Strahlen ausendet, die denen Blondlots jedenfalls nahe verwandt sind. Das Aufleuchten einer dünnen Schicht phosphoreszierenden Schwefelkalks in der Nähe der lebenden Organe läßt das Vorhandensein dieser Strahlung erkennen. Im menschlichen und tierischen Körper sind es namentlich die Muskeln und Nerven, welche, besonders im Zustande der Erregung, deutlich strahlen. Da die Versuche auch mit einem Krebse gut gelingen, selbst wenn die Phosphoreszenztafel eine höhere Temperatur hat als der Kaltblütler, so hält Charpentier es für ausgeschlossen, daß es sich hier nur um eine Wirkung von Wärmestrahlen handeln könne. Das Gehirn erwies sich als die stärkste Quelle dieser physiologischen Strahlung.

Charpentier glaubt (!) sogar, daß auch der nicht ausgesprochene Gedanke sich nach außen durch die vermehrte Strahlung des Gehirns zu erkennen gibt, so daß von dieser Seite her eine Art von „Gedankenlesen“ sich entwickeln könnte. Wenn bisher andere Leute, z. B. große Philosophen, diesem Glauben Ausdruck gaben und seine Wichtigkeit mit hunderten von Beispielen bewiesen, wurden sie von den Physikern stets herzhast ausgelacht; und nun? Ja, Bauer!

Während die von den Muskeln, namentlich vom Herzen, ausgehenden Strahlen sich wie reine N-Strahlen verhalten, unterscheidet sich die von nervösen Elementen ausgehende Strahlung von ihnen besonders dadurch, daß sie von reinem Wasser und Blei nicht völlig, von einem 0.5 Millimeter dicken Aluminiumblech völlig absorbiert wird. Bei Pflanzen zeigt sich die gleiche Strahlung besonders in der Nähe der Blätter und Wurzeln.*)

Merkwürdige Entdeckungen hat Herr Blondlot über die von ihm als N-Strahlen bezeichnete Strahlungsart gemacht (f. Jahrb. II, S. 128). Wenn er die als Quelle dieser Strahlen benützte Auerlampe, deren Strahlen von einer Quarzlinse auf einen phosphoreszierenden Schirm geworfen und konzentriert wurden, auslöschte und entfernte, so sah er die Wirkung der N-Strahlen sich trotzdem weiter fortsetzen und erst nach 20 Minuten verschwinden. Er überzeugte sich bald davon, daß die Quarzlinse N-Strahlen der Auerlampe aufsperrt hatte und allmählich an den Schirm abgab. Nicht nur an anderen Quarzstücken, auch an Gold, Silber, Platin, Blei, Zink und anderen Metallen ließ sich diese Aufsperrung der Blondlots-Strahlen nachweisen, ebenso an Kaliumsulfid, wäh-

*) Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III (1904), Nr. 21 (nach Comptes rendus).

rend Aluminium, trockenes und angefeuchtetes Papier, Paraffin und Holz diese Fähigkeit nicht bejaßen, vielleicht deshalb nicht, weil sie für diese Strahlungsgattung allzu durchlässig sind. Man erinnere sich in dieser Hinsicht des im II. Bande angeführten Experiments, bei dem Holz sich für die von der Sonne ausgehenden N-Strahlen vollkommen durchlässig zeigte.

Solche von der Sonne stammenden Blondlots-Strahlen gaben Kieselsteine wieder, die um 4 Uhr nachmittags nach längerer Sonnenbestrahlung vom Hofe aufgelesen waren; sie und ebenso Stückchen von Kalkstein und Ziegeln, die auf demselben Hofe gelegen hatten, sandten spontan N-Strahlen aus und behielten ihre Wirksamkeit ohne merkliche Abschwächung vier Tage lang. Es mußte jedoch, damit diese Wirkung zu Tage trete, die Oberfläche der Körper ganz trocken sein, denn die geringste Schicht Wasser kann die N-Strahlen aufhalten, selbst das fein verteilte Wasser einer Wolke, wie das oben aus dem II. Jahrbuche erwähnte Experiment bewies, bei dem das Vorüberziehen einer Wolke an der Sonne sofort die durch die N-Strahlen der Sonne erhöhte Phosphoreszenz eines Schirmes auf das gewöhnliche Maß herabminderte.

Bei dem Studium dieser aufgespeicherten Strahlen beobachtete Herr Blondlot an einem Ziegel, dessen eine Seite vorher besonnt worden war, folgende Erscheinung: Indem er einen etwa 1 Meter entfernten, schwach beleuchteten kleinen Papierstreifen fixierte, fand er diesen heller, wenn der Ziegel mit seiner besonnten Seite dem Auge genähert wurde; wenn er den Ziegel wieder entfernte oder die nicht besonnte Seite dem Auge zuwandte, so wurde das Papier wieder dunkler. Dieser Versuch wurde mehrfach abgeändert, und immer zeigte sich, daß der von einem sehr schwach erleuchteten Objekt ausgehende sehr schwache, graue, unscharfe Lichtdruck stärker und deutlicher wurde, wenn das Auge N-Strahlen eines vorher besonnten Kiegels oder Ziegels aufnahm. Hier wirkten also die N-Strahlen nicht auf die schwache Lichtquelle, sondern auf die Reizhaut des Auges. Es könnte auffallen, daß diese Strahlen, welche sonst von den kleinsten Spuren Wasser aufgehalten werden, durch die Augenflüssigkeiten hindurch wirken, wenn man nicht durch direkten Versuch wüßte, daß salzhaltiges Wasser für N-Strahlen durchlässig ist und sie aufspeichern kann. Diese Verstärkung des Lichtindrucks schwach beleuchteter Gegenstände wurde ebenso von primären N-Strahlen, z. B. denen einer Nernstlampe, wie von den aufgespeicherten sekundären Strahlen hervorgerufen.

Bei weiteren Versuchen dieser Untersuchungen kam Blondlot auf die Vermutung, daß Zusammenpressen bestimmte Stoffe zur Auslösung von N-Strahlen veranlassen könne. Diese Annahme bestätigte sich, als er in einer Tischlerpresse Holzstücke, Glas, Kautschuk und andere Stoffe komprimierte. Solange die Pressung anhielt, sandten diese Stoffe N-Strahlen aus, welche phosphoreszierendes Kalziumsalz hell erleuchtend machten und schwache Lichtindrücke, z. B. das verschwommene Bild eines Zifferblattes der Uhr in einem sehr schwach erleuchteten Zimmer, heller werden ließen. Ebenso ent-

senden nun Körper, die an sich dauernd in einem Spannungszustande stehen, wie Glasstränen, gehärteter Stahl u. a., von selbst dauernd N-Strahlen. Sie verloren diese Fähigkeit, wenn man sie ausglühte, und erhielten sie durch erneutes Härten zu rück. Eine 1/5 Zentimeter dicke Aluminiumplatte, eine 5 Zentimeter dicke Eisenbohle, schwarzes Papier würde ohne Schwierigkeit durchstrahlt, und selbst Stahlwerkzeuge aus dem VIII. Jahrhundert erwiesen sich als N-Strahlen ausstrahlend, so daß diese Eigenschaften von unbeschränkter Dauer zu sein scheint.*)

Noch merkwürdiger als diese N-Strahlen selbst, über die sich noch mehr berichten ließe, ist der Umstand, daß es einer großen Zahl von Forschern durchaus nicht glücken will, bei Nachprüfung der Versuche Blondlots und seiner Nachfolger auch nur das Allgeringste von ihnen zu entdecken. Viele von ihnen haben es deshalb schon offen ausgesprochen, daß ihnen die Entdeckungen Blondlots auf einer Selbsttäuschung des französischen Physikers zu beruhen scheinen. Aber wie wäre eine solche zu erklären? Sie könnte auf zweierlei Ursachen beruhen, auf Sinnestäuschung oder auf Uebersehen des wahren Grundes der N-Strahlenphänomene und dadurch hervorgerufenen Unterdrückung einer gar nicht vorhandenen Ursache.

Auf letzteren Grund geht H. Baumbauer in einer kleinen Mitteilung (Physik. Zeitschr. V., Nr. 11) ein. Er hat gefunden, daß schon ein Wiegen und Zurückschleppen des Kartondrums mit Sichtsblende, auf dem die N-Strahlen durch Fluoreszenz sichtbar werden sollen, ein momentanes Leuchten hervorruft, ebenso Druck oder Streichen mit einem harten Körper. Waren Schirm und Auge gut ausgerichtet, so leuchtete ersterer ziemlich stark bis intensiv, wenn man gegen ihn hauchte, oder wenn er auch nur in der Nähe von Mund und Nase von der ausgeatmeten Luft getroffen wurde. Es ist klar, daß gerade letzteres bei den große Aufmerksamkeit erfordernden Beobachtungen auf dem Sichtsblende-Schirm häufig eintreten muß und leicht als Wirkung geheimnisvoller Strahlen gedeutet werden kann.

Aber es gibt auch noch eine andere Erklärung für das anscheinende Aufleuchten des Schirmes, und diese beruht auf der Eigenschaft des Auges selbst, wie Prof. Dr. Zimmer nachgewiesen hat.*) Die Reizhaut des Auges enthält zweierlei Gebilde, Stäbchen und Häpchen. Letztere sind nach v. Kries unser farbenempfindlicher „Hellapparat“, der uns bei ausreichender Beleuchtung alle Details der Färbungen unterscheiden läßt. Die Stäbchen dagegen bilden einen „Dunkelapparat“, der uns im Dunkeln oder bei ganz schwacher Beleuchtung, in der man Farben noch nicht unterscheiden kann, die geringen vorhandenen Lichtindrücke vermittelt. Sie sind völlig farbenblind, aber ihre Empfindlichkeit für Licht ist im Dunkeln ganz bedeutend gesteigert, während sie im Hellen wesentlich außer Funktion treten, sobald bei einer bestimmten Stärke des Lichtreizes die Häpchen tätig werden.

*) Comptes rendus, Band 137 (1903), S. 720, 831 und 962.

**) Physikalische Zeitschrift, 5. Jahrg. Nr. 5. Die Umschau, 8. Jahrg. Nr. 25.

für die Richtigkeit dieser Theorie spricht u. a. vor allem die Anordnung der Stäbchen und Zäpfchen auf der Netzhaut. In der sogenannten Netzhautgrube, mit der wir im Hellen zumeist sehen und Gegenstände fixieren, sind ausschließlich Zapfen vorhanden, keine Stäbchen. Während also dieser sehtüchtigste Teil des Auges nicht im Stande ist, beim Sehen im Dunkeln die schwachen Helligkeitsindrücke wahrzunehmen, werden diese von den über die übrige Netzhaut zerstreuten und besonders in deren Randgebieten zahlreich vorhandenen Stäbchen aufgefaßt. Die verschiedene Tätigkeit der beiden Netzhautelemente hat Prof. Lummer in einer Arbeit über „Grauglut und Rotglut“ früher geschildert. Er machte auf die Tatsache aufmerksam, daß ein Körper, den man im völlig dunklen Zimmer langsam von der Zimmertemperatur bis zur Glühtemperatur erhitzt, für ein völlig ansgeruhetes Auge zunächst in einem fahlen, grauen, gespenstischen Lichte erstrahlt, der Grauglut, das erst später plötzlich in die farbige Rotglut übergeht. Das „Gespenstische“ der nur mit den Stäbchen wahrgenommenen Grauglut wird nun nicht bloß durch den unheimlichen farblosen Schimmer hervorgerufen, sondern, wenn das beobachtete Objekt hinreichend klein ist, in noch erheblichem Maße dadurch gesteigert, daß der fahle Schimmer stets verschwindet, sobald man ihn scharf ins Auge fassen will, d. h. mit der stäbchenlosen Netzhautgrube betrachtet. Es tritt dann der merkwürdige Zustand ein, daß wir etwas sehen, wenn wir es nicht fixieren, während wir nichts sehen, sobald wir den gesehenen Schimmer genauer betrachten wollen. Der mit diesen Vorgängen im Auge nicht Vertraute sieht sich unter Umständen zu einer fortgesetzten vergeblichen Suche nach der Lichtquelle veranlaßt, da der Schimmer vor den Augen wie ein Verlicht hin- und herhuscht, erscheint, verschwindet, bis eine genügende Rotglut ihn den Zäpfchen sichtbar macht.

Ungefähr in derselben Lage wie dieser Gespensterseher befand sich vielleicht Blondlot bei manchen seiner Versuche; auch hier waren alle Möglichkeiten gegeben, das von Prof. Lummer beschriebene Sehen von Verlichtern im Zimmer herbeizuführen. Die Experimente fanden stets im völlig dunklen Zimmer statt, die dabei verwendeten Lichtquellen waren sehr klein und schwach, z. B. glühende Platinbleche, wie sie auch Lummer für seine Versuche benutzte. Blondlot behauptet, daß diese, wenn sie von den vermeintlichen Strahlen getroffen wurden, stärker leuchteten, als wenn er die von ihm vermuteten Strahlen durch eine Hand oder einen Schirm ablenkte, so daß sie die Lichtquelle nicht treffen konnten. Lummer vermutet nun, daß Blondlot im letzteren Falle die Lichtquelle länger und regelmäßiger fixiert hat als im ersteren Falle, was ja sehr wahrscheinlich ist und nach dem oben über die Stäbchen und Zäpfchen Gesagten zu einer verminderten Wahrnehmung der Helligkeit führen muß. Denn auch bei voller Rot- und Weißglut, die die Zäpfchen in Tätigkeit treten läßt, kann, wie Lummer gezeigt hat, das direkte Fixieren des glühenden Körpers, wenn dieser klein genug ist, die Lichtstärke der Glut weniger groß erscheinen lassen, als wenn der Körper seitlich angesehen wird, d. h.

wenn die Lichtstrahlen andere Teile der Netzhaut als das zentrale Grübchen, das der Stäbchen entbehrt, treffen.

Der Weltäther und andere neue Elemente.

Eine Rettung des großen Unbekannten, auf den sich die Physiker zwecks Legitimierung ihrer Theorien und Hypothesen seit hundert Jahren mausgesetzt berufen, versucht der russische Forscher Menckelejff, der Schöpfer des periodischen Systems der chemischen Elemente. Zwar hat schon vor Jahrzehnten Poincaré geschrieben: „Die Frage, ob der Äther wirklich existiert, ist für uns (d. h. die Physiker) von wenig Bedeutung; das zu untersuchen, ist Sache der Metaphysiker! für uns bleibt die Hauptsache, daß alles so vor sich geht, als wenn der Äther tatsächlich vorhanden wäre.“ Nun aber versucht Mendeleeff gar, diesen zweifelhaften Flattergeist, dessen „Sein oder Nichtsein“ eine der großen Fragen der Physik war, in sein periodisches System der Elemente (s. Jahrb. II, S. 155) einzureihen. Er prophesiert, wie vor 55 Jahren, neue Elemente und erörtert im Anschluß daran die chemische Natur des Weltäthers. Der Inhalt seiner umfangreichen Abhandlung ist in Kürze folgender:

Der Weltäther muß, vom Standpunkte des „denkenden Naturforscher-Realisten“ betrachtet, stoffliche Eigenschaften besitzen, vor allem als Schwere; denn die Fähigkeit der Anziehung, d. h. das Gewicht, bildet nach Galilei und Newton die allererste Definition des Stoffes. Lord Kelvin bestimmte auf Grund verschiedener Voraussetzungen das Gewicht des Äthers auf 10.000 Billionteil (= 10^{-16}) Gramm für ein Kubikmeter. Er läßt jedoch offen, bei welchem Druck und bei welcher Temperatur er so viel wiege. Im interplanetaren Raume werden auch andere Gase eine so geringe Dichte haben. Es liegt der Gedanke nahe, den Äther als eine Grenzverdünnung aller bekannten Gase und Dämpfe anzusehen, doch ist diese Vorstellung unhalbar, weil der Äther alle Stoffe durchdringt und sich überall gleich verhält.

Daß der Äther etwas durchaus Selbständiges ist, genau wie die chemischen Atome, steht für Menckelejff außer Frage; er weist den Gedanken ab, daß der Äther etwa der noch unerschöpfliche Urstoff, der Rohstoff, aus dem die Atome entstanden sind, sei.

Wasserstoff besitzt unter anderen Eigenschaften auch die, Metalle durchdringen zu können. Denken wir seine Eigenschaften in erhöhter Form dem Äther zukommend, so ist seine alles durchdringende Kraft, also seine ungeheure Kleinheit und Geschwindigkeit erklärlich: für ihn ist jeder Körper ein Sieb, wie glühendes Eisen für Wasserstoff. Leider ist er deshalb auch jeder experimentellen Beobachtung unzugänglich; nicht vom unwägbaren Äther darf man reden, sondern von der Unmöglichkeit, ihn zu wiegen. Chemische Verbindungen geht er gar nicht ein und verhält sich in dieser Hinsicht wie die Elemente der Argongruppe, zu denen er überhaupt in naher Beziehung stehen muß.

Für die seltenen Luftgase dieser Elementengruppe (Helium, Argon, Krypton, Xenon, Neon) schafft nun Mendelejeff, nach dem Vorgange von Brauner, im periodischen System eine nullte Gruppe und sagt die Existenz zweier Gase, die noch leichter sind als Wasserstoff (H), in dieser Gruppe voraus. Das periodische System beginnt dann so:

Reihe	Gruppe 0	I	II	etc.
0	x			
1	y	H		
2	He	Li	Be	
3		Ne	Na	Mg
4	Ar	K	Ca	
5			Cu	Zn
6	Kr	Rb	Ir	
7		Ag	Cd	
8	Xe	Cs	Ba	

In höchst origineller Weise, die wir hier leider nur im allgemeinen wiedergeben können, berechnet Mendelejeff nun aus ihrer Stellung im System die Eigenschaften der beiden unbekannten Elemente x und y; ersteres nennt er Newtonium.

Das Element y, dem im allgemeinen der Grundcharakter der Argongruppe zutommen muß, besitzt ein Atomgewicht, das natürlich kleiner ist als das des Wasserstoffes. Aus der ziemlich regelmäßigen Zunahme des Atomgewichtsverhältnisses zwischen den Anfangsgliedern in jeder Gruppe läßt sich schließen, daß das Verhältnis des Heliums zu y mindestens 10 : 1, wahrscheinlich noch größer sein wird. Da nun das Atomgewicht von Helium = 4 ist, so wird das von y nicht größer, vielleicht gar kleiner als 0.4 sein. Ein solches Analogon des Heliums müßte das Coronium der Sonnenkorona sein, welches viele Sonnenstrahlen entfernt von der Wasserstoffatmosphäre und den Protuberanzen der Sonne auftritt. Das Element y hat die Dichte 0.2 und seine Moleküle bewegen sich 2.24mal schneller als Wasserstoffmoleküle. Demgemäß vermag nur noch so ein Riesenkörper wie die Sonne es festzuhalten, der Anziehungskraft der Erde ist es völlig entwichen; denn schon Wasserstoff und Helium können aus der irdischen Anziehungssphäre entspringen.

Dieses Coronium oder y kann aber noch nicht den Weltäther darstellen, weil dessen Atome den Raum frei erfüllen und überall eindringen müssen. Die höchstmögliche Zahl für das Gewicht des Ätheratoms des Elementes x ist 0.17; seine Dichte wäre dann die Hälfte dieser Zahl. Das wirkliche Atomgewicht des großen Unbekannten, des Elementes x oder des Newtoniums, berechnet Mendelejeff, wenn die Masse der Sonne zu Grunde gelegt wird, auf nicht mehr als 0.0000015, die Bewegungsgeschwindigkeit seiner Moleküle auf 608 300 Meter in der Sekunde. Berechnet man diese Werte mit Rücksicht darauf, daß es Weltkörper von der 30- bis 50fachen Sonnenmasse gibt, und daß sich das Element x, als Weltäther gedacht, auch von deren Oberfläche entfernen können muß, so verkleinern sich jene Ziffern ungemein. Das Atomgewicht würde unter dieser Voraussetzung nur 0.00000096 oder rund ein Milliontel des Wasserstoffatomgewichts, die

Geschwindigkeit etwa 2,240,000 Meter in der Sekunde betragen.

Diese Vorstellung von der chemischen Natur des Weltäthers führt Mendelejeff zu einer Auffassung der an den radioaktiven Stoffen beobachteten Erscheinungen, die von der üblichen sehr abweicht. Er nimmt an, daß der Weltäther, wie um die großen Weltkörper, so auch um die größten Atome eine Hülle bilde, in seiner Bewegung verlangsamter werde, lockere Verbindungen mit den Atomen eingehe und fortwährend ein- und austrahle. Die Lichtstrahlungserscheinungen dieser Stoffe könnten dann auf ein Ausströmen von etwas zwar Materiellem, aber der Wägung Unzugänglichem zurückzuführen sein.

Die Annahme einer Überwindung der Schwerkraft durch ein Element ist übrigens durchaus nicht neu. Schon vor mehreren Jahren ist die Ansicht aufgetaucht, daß auf den kleinsten Planeten Wasser nicht vorhanden sein könne, da auf ihnen die Schwerkraft zu gering sei, um die Molekulargeschwindigkeit des Wasserstoffes zu überwinden. Daß der Äther, als Element gedacht, eine chemische Verwandtschaft zu anderen Stoffen nicht besitzt und daher auch keine chemischen Verbindungen eingehen kann, erklärt sich aus seiner Ausdehnungskraft, die so groß zu denken ist, daß er alle Körper durchdringt; daher kann er auch nicht gewogen werden — er fällt sozusagen durch jede Waage hindurch — obwohl er in Wirklichkeit ein gewisses, wenn schon außerordentlich geringes Gewicht haben muß.*)

Kaum ist das Radium durch seine kaum noch zu bezweifelnde teilweise Umwandlung in Helium des Anspruches, ein eigentliches Element zu sein, beraubt; kaum hat Ramsay dafür die verschiedenen Emanationen der radioaktiven Stoffe als Er-radio, Erythorio, Eraktinio zum Range chemischer Elemente — wenn auch vergänglich — erhoben: so tritt schon wieder die Nachricht von einer ähnlichen Spaltung eines bisher zu den Elementen gerechneten Körpers, des Thorium, auf. Dieser Stoff, der bekanntlich in der Glühstrahlungsindustrie eine große Rolle spielt, ist von Prof. Vaskerville (Universität Nord-Carolina) in zwei neue Elemente zerlegt, die der Gelehrte Berzelium (nach dem Entdecker des Thoriums) und Carolinium (nach seiner Vaterstadt) benannte.

Diese Nachricht ist, besonders hinsichtlich des radioaktiven Verhaltens der beiden neuen Elemente, noch etwas unverbürgt; sie sollen Kupferrohren, die mit Tüchern umhüllt sind, durchstrahlen, überhaupt das Radium an Strahlungskraft noch übertreffen. Unter den sogenannten Edelmetallen befinden sich mehrere, die das gleiche Schicksal wie Thorium erlebt haben. Vor etwa zehn Jahren stellte sich z. B. heraus, daß das Didym kein Element sei, sondern aus zwei Stoffen bestehe, die nun als Neodym und Prasodym auf der Tafel der Elemente paradien (s. II. Jahrb. S. 323). In der Mitte des 19. Jahrhunderts gelang es dem Chemiker Mosander, die bisher für ein Element gehaltene Nitriurmerde in zwei Körper, das Yttrium und das Erbium, zu spalten. Spä-

*) Zeitschr. für Naturwissenschaften (Stuttgart), Bd. 70 (1904), Heft 3/5.

tere Untersuchungen ergaben, daß die Erbiarterde überhaupt aus drei Elementen bestehe und seit einiger Zeit nimmt man an, daß in den Cerit- und Yttriummineralen noch eine Reihe unbekannter Mineralien und Elemente stecke, von denen bis jetzt das Samarium fest bestimmt ist.

Die Priorität, die Erstentdeckung der neuen Thoriumelemente wird dem Prof. Vaskerville von Prof. Branner streitig gemacht, der sich seit einer ganzen Reihe von Jahren mit der Chemie der seltenen Erden beschäftigt und die Zerlegung des Thoriums schon in den neunziger Jahren in Angriff nahm. Er beschrieb seine Trennungsmethode schon im Jahre 1901 und behauptet, die von Vaskerville angegebenen Tatsachen schon lange zu kennen. Doch sah er von weiteren Schritten ab, da das Studium der sehr verwinkelten Spektralanalysen der beiden neuen Körper nur äußerst langsam fortschritt. So kam, wie so oft, der schnell zugreifende Geist dem allzu gewissenhaften zuvor.

Diese Zerlegungen von Elementen stellen uns immer wieder vor die Frage, ob die chemischen Elemente Kondensationsformen einer einheitlichen Urmaterie sind, aus der sie sich im Laufe des Weltentwicklungsprozesses gebildet, ob sie gegenwärtig unveränderlich oder noch weiter veränderbar sind; welches Element mag dann die Urmaterie sein, Wasserstoff oder eins der neuesten angenommenen Elemente Mendelejeffs? Eine Erörterung dieser Fragen gibt im zweiten Teil seiner Schrift über das periodische System*) George Rudorf. Er sieht Mendelejeffs periodisches System nicht als ein unwiderlegbares Dogma an, sondern nur als eine vorläufige Annäherung an die wahre, natürliche Einteilung der Elemente, welche noch zu entdecken bliebe. Daß die Atomgewichte der Elemente nicht als rationale Vielfache voneinander erscheinen, könne daran liegen, daß außer den Teilchen einer Urmaterie, die Rudorf annehmen möchte, etwa noch größere oder geringere Mengen der vielleicht nicht ganz gewichtslos, den Weltraum erfüllenden Materie, welche wir als Lichtäther zu bezeichnen pflegen, in die Zusammensetzung der Atome eingreifen. Hiefür sprechen vielleicht auch die Ergebnisse der astrophysikalischen und astrochemischen Forschung, welche sich dahin zusammenfassen lassen, daß auf den heißesten Sternen nur Wasserstoff und Protowasserstoff, d. h. Wasserstoff in einem bestimmten, von Pickering auf mehreren Sternen entdeckten Vorzustande, vorherrscht, und daß mit zunehmender Abkühlung immer mehr Elemente erscheinen, bis wir auf unsere Sonne, die zu den „Kältesten“ Fixsternen zählt, fast alle Erdelemente antreffen.

Die Wunder des magnetischen Feldes.

Die gewaltigen Fortschritte, welche das letzte Jahrzehnt in der Erkenntnis des Zusammenhanges, fast möchte man sagen, des „Wesens“ der elektrischen Erscheinung, gebracht hat, sind auch für das Nachbargebiet, den Magnetismus, ein Anstoß zu tieferem Erfassen der ihm angehörigen Phänomene

gewesen. Auf der Kasseler Naturforscherversammlung hat der Ingenieur Zacharias neue Versuche und Ansichten über die Ursachen der magnetischen Erscheinungen mitgeteilt, die hier kurz dargestellt werden müssen.

Zacharias erblickt die Ursache des Magnetismus in mechanischen Vorgängen. Die Kräfte, welche bei magnetischen Vorgängen wirken, können wir uns mit Hilfe eines Kartenblattes und eines Häufchens Eisenfeilspäne anschaulich machen. Legen wir zwei Stabmagnete mit den ungleichnamigen Polen einander gegenüber, bedecken die Pole mit dem Blättchen und beschütten dieses mit den Feilspänen, so ordnen sich letztere, namentlich wenn wir sie durch leichtes Erschüttern des Kartons lockern, zu krummen, vom Nordpol zum Südpol ziehenden Linien. Die kleinen Magnatadeln stellen sie sich in die Richtung der von den Polen ausgehenden magnetischen Kräfte ein, und ihre Linien und Kurven lassen uns die Richtung dieser Kräfte an jedem Punkte des Raumes erkennen. Diese Linien werden nach Faraday magnetische Kraftlinien, der von ihnen durchsetzte und beherrschte Raum wird „magnetisches Feld“ genannt.

Besieht man eine Drahtspule mit elektrischem Strom, so bildet sich, wie man mittels der Magnatadel oder des Kompasses nachweisen kann, an ihrem einen Ende ein Nord-, am anderen ein Südpol aus. Die Kraftlinien verlaufen dann im Innern der stromdurchflossenen Spule parallel zur Achse, biegen an den Spulenden nach außen um und schließen sich außerhalb der Spule in zusammenhängende Kurven. Das zeigt uns das Feilspanbild des magnetischen Feldes. Ein weicher Eisenkern, in das Innere einer solchen Drahtspule gebracht, wird zum Magneten, zum Elektromagneten, wie er im Gegensatz zu dem Dauermagneten genannt wird. Den Magnetisierungsvorgang erklärt Zacharias folgendermaßen:

Beim Betrachten des Feilspanbildes eines geraden Elektromagneten sehen wir in der Richtung der Achse des Eisenkernes eine gerade Linie, um welche zahlreiche Kurven sich befinden, die zwischen den beiden Enden des Eisenkernes mehr oder weniger stark gekrümmte Bogen bilden. Je nach der aufgewendeten magnetisierenden Kraft (der Zahl der Impewindungen) sind diese Bogen mehr oder weniger ausgebaucht. Das magnetische Feld nimmt im Feilspanbilde mit wachsender Kraft sichtbar an räumlicher Ausdehnung zu und mit ihr die Krümmung der Flächen, in denen sich die Feilspäne anordnen. Die elektrische Bewegung in den Drahtspulen auf dem Eisenkern erzeugt durch ihre Zentrifugalkraft eine entsprechende Bewegung sowohl des intermolekularen (in den Körpern befindlichen) wie auch des freien Äthers. Wir erhalten infolgedessen in der Mitte die sogenannte Indifferenzzone (die Stelle magnetischer Gleichgültigkeit) und an den Enden den als magnetische Kraft oder Polanziehung sich offenbarenden Ätherdruck. Die Rotation des Äthers im magnetischen Felde erzeugt auch im Eisenkern ein gewisses Ätheraekuum; je höher dieses wird, um so größer ist die Kraft an den Enden des Kerns. Die Gestalt des Eisenkerns spielte für die magnetische Kraft keine besondere Rolle, sie wird beim

*) Das periodische System, seine Geschichte und Bedeutung für die chemische Systematik. Deutsche Ausgabe. Hamb. u. Leipzig, Leop. Voss, 1904.

Hufeisenmagneten oder an Polschuhen nicht an deren Enden „verlegt“, sondern wir haben in allen Fällen das Magnetfeld als ein Rotationsellipsoid zu betrachten.

Magnetismus ist also nach Zacharias ein Bewegungsvorgang und kein Zustand, und davon macht auch der Dauermagnet keine Ausnahme. Wir entziehen beim Magnetisieren dem harten Stahl in seiner Oberfläche etwas Äther und erzeugen so einen Druckunterschied zwischen ihr und dem Innern. Wie die Bewegung des Äthers am Dauermagneten aufrecht erhalten wird, kann fraglich erscheinen. Der Unterschied zwischen Elektromagnet und Dauermagnet scheint darin zu liegen, daß bei dem ersteren eine künstliche Ätherbewegung durch den elektrischen Strom erzeugt wird, die beim letzteren durch die Eigenschwingungen der Stahlmoleküle in Verbindung mit dem zwischen ihnen enthaltenen Äther zu stande kommt. Den Zusammenhang zwischen Licht, Wärme, Elektrizität und dem Magnetismus wies Zacharias u. a. auch dadurch nach, daß er magnetische Wellen durch Prismen, Eisen und Hohlspiegel aus Eisenblech gebrochen und reflektiert werden ließ.

Im Zusammenhange mit dieser Anschauung nimmt die von Reichenbach entdeckte Od-Ausströmung des Magneten, von der Wissenschaft lange bestritten oder vernachlässigt, eine erneute Bedeutung an. Daß ein magnetischer Sinn am Menschen noch nicht entdeckt sei, fand schon 1884 Sir Will. Thompson sehr merkwürdig. W. J. Barrett, Prof. der Physik zu Dublin, hat das Vorhandensein eines solchen Sinnes an sich und anderen festgestellt (Sphinx, Bd. I, Heft 4, April 1886). Reichenbach selbst hat ungefähr 60 Personen gefunden, die ihm die eigentümliche Empfindung und die leuchtende Erscheinung des Magnetismus bezugen; er hielt dieses Leuchten für einen wirklichen physikalischen Vorgang, der sich hauptsächlich im Dunkelzimmer beobachten lasse. Um dem Leser eine Vorstellung von dem Vorgange zu geben, sei hier einer der von der Londoner Gesellschaft für physikalische Forschung 1883 angestellten Versuche beschrieben.

In einem vollständigen Dunkelzimmer der Gesellschaft war in der Mitte auf hölzernem Fuße ein mächtiger Elektromagnet aufgestellt, dessen Drähte zu einem Kommutator (Strom-Ein- und Ableiter) in einem anderen Zimmer und von dort nach einer großen Smeeschen Batterie in der Vorhalle führten. Der Kommutator arbeitete vollständig geräuschlos, so daß die im Dunkelzimmer befindlichen Versuchspersonen, zwei Männer und ein Knabe, nicht etwa aus dem Geräusch schließen konnten, ob der Strom ein- oder ausgeschaltet wurde. Die im Nebenzimmer den Umschalter bedienenden Beobachter konnten durch den Vorhang, der sie vom Dunkelzimmer trennte, die Bemerkungen der Versuchspersonen hören und notieren.

In dem Dunkelzimmer erkannten die drei Beobachter den Augenblick der Magnetisation durch das plötzliche Aufleuchten eines Glanzes über den Polen des Magneten. Ihre Beschreibung und Aufzeichnung der Lichterscheinung stimmte im allgemeinen mit den Aussagen überein, die Reichenbach be-

richtet, dessen Schriften die drei Personen sicherlich nicht kannten. Mit einem dieser Beobachter wurde über eine Stunde lang experimentiert und während dieser Zeit der Strom unerwartet 14mal ein- und abgeleitet. In jedem Falle war sein Ausruf: „Jetzt sehe ich es!“ tatsächlich gleichzeitig mit der Einleitung des Stromes. Der längste Zwischenraum zwischen beiden Zeitpunkten betrug fünf Sekunden und wurde durch eine augenblickliche Ablenkung der Aufmerksamkeit des Beobachters erklärt. Etwa hundert andere Personen sind noch sorgfältig auf diese magnetischen Wahrnehmungen geprüft worden, jedoch ohne Erfolg. Wenn es also einen „magnetischen Sinn“ gibt, so ist er jedenfalls selten. Die obigen drei Beobachter behaupteten auch, daß sie gleichzeitig mit diesem Leuchten eine unbehagliche Empfindung durch den Kopf gehen fühlten, wenn sie ihn dem Magneten näherten. Dasselbe hat bei seinen Versuchen wiederholt auch Prof. Barrett gefühlt.

Welcher Art nun diese den dazu Begnadeten sichtbare „Aura“ oder dies „fluidum“ ist, beschreibt in einem Aufsatze „Die Aura des Magneten“ Prof. Dr. N. Marqués*) nach Beobachtung an einem gewöhnlichen Hufeisenmagneten.

Parallel der Oberfläche des Eisens fließt ein wellenförmiger Strom, in dem sich drei Zonen unterscheiden lassen: erstens dem Metall entlang eine parallele Zone gelben Lichtes, das sich bis zu Orange vertieft und durch welches eine regelmäßige Serie gleich weit voneinander entfernter schräger Linien von einem metallisch weißen, flammengleichen Lichte hindurchgeht; dann eine zweite Zone von fließendem tiefen Dunkelblau, durch welches parallel zu den Seiten des Metalls ununterbrochen abgerissene Linien von geraden, kurzen elektrischen Funken hindurchblitzen; über diesen beiden eine dritte Zone von fließendem metallischen Rot, an deren Rande eine fortlaufende Kante von sehr kleinen, aber regelmäßig dreieckigen Formen läuft, von demselben metallisch weißen Lichte wie bei der ersten Zone.

Durch diese drei Zonen erhebt sich, weit über die höchste hinaus, vertikal vom Eisen ausströmend, ein alles überdeckender Nebel, zuerst von Reichenbach als Flammen, später als ein „dünner leuchtender Schleier, wie eine zarte, dämmergleiche Flamme“ bezeichnet. An den Polen dehnt er sich noch höher und etwas dicker aus; für manche Beobachter scheint er, nach den Zeichnungen zu urteilen, überhaupt nur da sichtbar zu sein. Wie Reichenbach bemerkt, scheinen die Ausstrahlungen des Südpols im allgemeinen weniger tätig und kürzer als jene des Nordpols.

Ob wir es auch hier, wie wahrscheinlich bei den N-Strahlen, mit Täuschungen zu tun haben, mag die Zukunft lehren. Daß den Dingen und selbst dem menschlichen Organismus ungekannte Kräfte innewohnen und sich an besonders dafür Begabten auf eigene Weise offenbaren, hat kürzlich Prof. E. Harnack durch zahlreiche Versuche an sich und anderen unwiderleglich bewiesen (Zentralblatt für Physiologie, Bd. 17 [1904], Nr. 22 u. folg.).

Zurückkehrend auf den festen Boden der allgemein zugänglichen Erfahrung werfen wir einen

*) Neue Metaphys. Rundschau, Bd. 11 (1904), Heft 4.

Wiß auf die neuerdings mehrfach gelungene Zusammensetzung magnetischer Legierungen.*) Die Fähigkeit, magnetisch zu werden, ist außer dem Eisen, dem Nickel und Kobalt den übrigen Körpern nur in sehr geringem Grade eigen, so daß sie erst von Faraday entdeckt wurde und keine praktische Bedeutung besitzt. Das selbst am weitesten Verhalten jener drei Metalle steht im Einklang mit der Stellung, die sie im periodischen System der Elemente einnehmen; auch dort bilden sie eine in gewissem Sinne außerhalb der übrigen Reihen stehende Gruppe, was auch Abweichungen in ihren Eigenschaften weniger befremdlich erscheinen läßt. So liegt es nahe, die Magnetisierbarkeit in erster Linie den Körpern als chemischen Individuen zuzuschreiben, mit anderen Worten, sie als Eigenschaft des Moleküls selbst, nicht der Molekülargruppierung anzusehen.

Obwohl nun die übrigen Metalle kaum magnetischen Einflüssen zugänglich erscheinen, ist es gelungen, aus ihnen magnetisierbare Legierungen herzustellen. Fr. Hensler hat Manganlegierungen komponiert, die selbst relativ stark magnetisierbar sind, während ihre Komponenten, Mangan, Mangankupfer, Aluminium u. s. w., so gut wie völlig unmagnetisierbar genannt werden können. Ein ähnliches Verhalten zeigen analoge Legierungen mit Antimon, Wismut, Zinn, Arsen und Bor an Stelle des Aluminiums. Die erreichte Magnetisierbarkeit beträgt über die Hälfte derjenigen des grauen Gußeisens und ist in hohem Maße abhängig von der „Vorgeschichte“ der Legierungen, d. h. sie unterliegt außerordentlich großen Nachwirkungen, besonders der Wärmezustände, in die man den Körper einmal gebracht hatte. Die Bedeutung der so dargestellten Legierungen für die Elektrotechnik ist noch zu prüfen.

Magnetische Eigenschaften wurden bisher dauernd nur am Magneteisenstein und am Vaskal, der vom Blitz getroffen war, bemerkt. Nun sind aber in Carthersbury im Staate Indiana (W. St. v. Nordam.) drei Quellen entdeckt, die magnetisches Wasser liefern, was im Hinblick auf die neuerdings so häufig festgestellte Radioaktivität von Quellwasser von besonderem Interesse ist. O. Leighton, der als Hydrograph im geologischen Dienste des Staates in Indianapolis steht, prüfte das Wasser und fand seine seltene Eigenschaft vollumfänglich bestätigt.

Er hielt probeweise eine Messer Klinge, von der vorher genau festgestellt war, daß sie keinerlei Magnetismus besaß, fünf Minuten lang in das Wasser einer der Quellen. Nach dem Herausnehmen zog sie Nägel, Nadeln und andere Eisenspäne an und hielt sie fest. Das Experiment gelang auch, wenn man ein im Glase aufgefangenes Quantum Wasser benützte, doch hielt sich die Fähigkeit des geschöpften Wassers leider nicht lange, höchstens bis zu 30 Stunden, während sie sich manchmal schon nach fünf Minuten verlor. Eine Quelle bei Fort Wayne soll noch kräftiger als die in Indiana entdeckten sein.

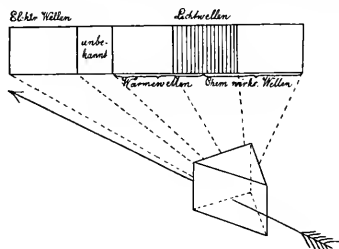
Der rätselhafte Vorgang der Magnetisierung der Messer Klinge ließe sich vielleicht dahin erklären, daß das Wasser magnetisches Eisenoryd enthält, das sich

in Gegenwart von Kohlensäure an dem Eisen der Klinge niederschlägt und diese magnetisch macht.

Das ideale Prisma und das Spektrum.

Es ist in den vorhergehenden Jahrgängen wiederholt betont worden, daß die verschiedenen Arten strahlender Energie, die sogenannten Ätherwellen elektrischer, erwärmender (thermischer), leuchtender und chemisch wirksamer Art, in engstem Zusammenhange untereinander stehen, soviel Verschiedenheiten hinsichtlich der Wellenlänge, Brechbarkeit, Polarisationseigenschaft und anderer Eigenschaften auch vorhanden sind.

Gäbe es ein für alle Strahlengattungen durchlässiges Prisma, so könnte man mit ihm folgendes



Das ideale Prisma.

Experiment anstellen. Man könnte einen Strahl elektrischer Wellen auf das Prisma leiten und würde dann bemerken, daß dieser nicht allein aus seiner geradlinigen Richtung abgelenkt wird, sondern daß hinter dem Prisma ein breites Band, das Spektrum, erscheint, welches die elektrischen Strahlen nach ihrer Wellenlänge geordnet nebeneinander enthält, und zwar die langen Wellen am wenigsten, die kurzen am stärksten aus der geraden Richtung abgelenkt. Das Spektrum der elektrischen Strahlen enthält Wellen von vielen Metern Länge bis herab zu wenigen Millimetern.

Genau so verläuft der Versuch für die Wärme- und Lichtwellen, nur daß die Gesamtablenkung dieser Strahlen von der Richtung des einfallenden Strahles eine größere ist. Dabei gehen die Wärme-Wellen ohne Sprung in die Lichtwellen und diese schließlich in die Wellenstrahlen chemischer Kraft über. Nur zwischen den kürzesten elektrischen Wellen und den längsten Wärme-Wellen liegt eine große Lücke, auf deren Ausfüllung möglicherweise die Befriedigung der Nobelschen N-Strahlen Ansichts hätte.

Nun ist unser Prisma (s. Abbild.) leider nur ein ideales; es gibt einen für alle Strahlengattungen durchlässigen Stoff bisher nicht. Glas leistet für elektrische Wellen und Lichtwellen gute Dienste, für Wärme-Wellen dagegen ist es fast undurchlässig. Auch ultraviolette (chemisch wirksame) Strahlen durchdringen es nicht. Quarz, Steinsalz, Flußspat, Sylvin nähern sich unserem Ideal bereits mehr, aber auch sie vertragen den längeren Wärme-Wellen gegenüber. Das ist um so bedauerlicher, als gerade zwischen den langen thermischen und den kurzen elek-

*) Promethens, 15. Jahrgang, Nr. 754.

trischen Wellen das etwa fünf Schwingungsoktaven umfassende unbekannte Gebiet liegt. Die kürzesten gemessenen elektrischen Wellen haben immerhin noch eine sichtbare Größe, die längsten Wärmewellen jedoch eine Länge von nur 0.05 Millimeter. Gehen hier die beiden Schwingungsgruppen unmerkbar ineinander über, oder gehören sie einer neuen, bisher unbekannten Strahlenart Raum zwischen sich?

Schon der Nachweis der längsten Wärmestrahlen, die auf unser Hautgefühl gar keinen Eindruck mehr ausüben, ist nicht ganz einfach. Das Gefühl versagt bereits gegenüber Wärmestrahlen von etwa 0.001 Millimeter Wellenlänge. Man hat jedoch noch Wärmewellen von 60 mal größerer Länge erkannt und genau bestimmt, und zwar, wie Prof. Rubens auf der Kasseler Naturforscherversammlung darlegte, auf folgende Weise. Es gibt eine Anzahl Stoffe, welche die kürzeren Wärmewellen hindurchlassen, die längeren dagegen reflektieren; den letzteren gegenüber verhalten sie sich also wie ein Metallspiegel. Glas läßt alle Lichtstrahlen fast anstandslos hindurch und ebenso die Wärmestrahlen bis etwa zu einer Wellenlänge von 0.005 Millimetern. Quarz geht hierin weiter, es ist noch für etwa dreimal so lange Wellen durchsichtig und wird erst für längere zum Spiegel. Stein Salz spiegelt bei $\frac{30}{1000}$ Wellenlänge bei $\frac{60}{1000}$, Sylvit erst bei $\frac{70}{1000}$ Millimeter Wellenlänge.

Nun denke man sich folgende Anordnung. Von einem gewöhnlichen Auerbrenner — ohne Zylinder, da Glas ja längere Wärmewellen nicht hindurchläßt — fällt ein Strahlenbündel auf eine Platte aus Flußspat. Diese läßt die Lichtstrahlen und die kürzeren Wärmewellen hindurch, die längeren reflektiert sie wie ein Spiegel und wirft sie auf eine ihr zu dem Zwecke gegenübergestellte zweite Flußspatplatte. Hier wiederholt sich derselbe Vorgang. Sollten in dem reflektierten Bündel noch einige Licht- oder kurzwellige Wärmestrahlen vorhanden sein, so werden sie durch die zweite Platte hindurchgelassen. Die langen Wärmewellen dagegen werden durch Reflexion einer dritten, von dort einer vierten, fünften Platte zugesandt. Hat so eine vier- bis fünfmalige Reflexion stattgefunden, so sind sie förmlich durchgeseiht, von allen Licht- und kurzwelligen Wärmestrahlen völlig befreit. Was da übrig bleibt, sind die erwünschten langwelligen Strahlen, die „Rei“-Strahlen, wie Rubens sie mit Recht nennt. Sie lassen sich mit Hilfe einer Thermofaule, des hochempfindlichen Thermometers der Physiker, nachweisen und zeigen in einigen Eigenschaften bereits eine Annäherung an die elektrischen Strahlen.

Fast gar nicht durchlässig erweist sich das Glas auch für die chemisch wirksamen, äußerst kurzwelligen dunklen Strahlen jenseit des Violet unseres Lichtspektrums, die als Haupterregter der Fluoreszenz, der chemischen Umwandlung, und als Ursache elektrischer Entladungsvorgänge von großer Wichtigkeit sind. Somit kann die photographische Platte hinter Glaslinsen ihre volle chemische Kraft gar nicht entfalten. Diesem Mangel hat die optische Anstalt von Schott und Genossen in Jena durch Anfertigung stark ultraviolett-durchlässiger Gläser sowohl von Cron- wie von Flintglas abzuhefen versucht. Auf Himmelsphotographien, durch alte und neue Gläser hergestellt, sprang der Vorteil der letz-

teren sofort ins Auge, da sie etwa $\frac{1}{2}$ Größenklasse mehr Sterne, im ganzen also einen beträchtlichen Sternenzuwachs zeigten. Manche Nebel am Himmel, die nur ultraviolette Licht ausstrahlen, also dem bloßen Auge niemals sichtbar werden können, werden bei photographischen Aufnahmen mit den neuen Linsen besonders gut sichtbar gemacht werden können. (Himmel und Erde, 16. Jahrg., Heft 2, Novemb. 1905.)

Als eine besonders gute ultraviolette Lichtquelle hat sich die Quecksilberlampe erwiesen, wie sie z. B. durch die Firma Heraeus in Hanau in den Handel gebracht wird. Sie zeichnet sich durch das Fehlen jeglicher Wärmestrahlung aus und besitzt gerade in der Region des Spektrums einige kräftige Linien, wo die der Metallsfunken schwach sind. Die Energie der ultravioletten Strahlung, am Galvanometer gemessen, erwies sich als von gleicher Größe wie die der sichtbaren Strahlung (Physik. Zeitschr., 5. Jahrg., Nr. 14).

Als Mittel, solche dem Auge unsichtbaren ultravioletten Strahlen sichtbar zu machen, bedient man sich eines Lichtfilters, der alle anderen Strahlen absorbiert, und einer Substanz, welche durch die das Filter allein passierenden violetten Strahlen in Fluoreszenz versetzt wird. Das Wood'sche Lichtfilter z. B., dessen ziemlich verwickelte Zusammenfassung hier übergangen sei, soll nur Strahlen von 340 bis 350 Mikromillimetern Wellenlänge durchlassen, die einen Urannitrat-Kristall zu heller, grüner Fluoreszenz erregen, während ein Schirm aus weißem Papier dahinter dunkel bleibt. Bequemer noch ist an Stelle dieses Salzes ein Baryumplatincyanurschirm, mit dem man auch den Verlauf des ultravioletten Strahlenbündels sehr schön sehen kann, was bei dem kleinen Kristall nicht möglich ist. Über ein noch wirksameres Filter berichtet (Physik. Zeitschr., 5. Jahrg., Nr. 14) auf Grund eigener Versuche A. Kalähne.

Der von Wood aufgefundenen Körper, der der photographischen Platte gegenüber die Rolle eines Strahlenfilters spielt, indem er alle Lichtstrahlen abhält und nur die ultravioletten, chemisch wirksamen Wellen auf die Platte gelangen läßt, ist eine Nitroso-Anilinverbindung. Wird mit einem so eingerichteten Apparat eine in hellem Sonnenschein liegende Landschaft aufgenommen, so erscheint das Bild monoton, da die durch die schwarzen Schatten hervorgemischten Kontraste von hell und dunkel fast völlig fehlen. Dies beweist, daß ultraviolette Strahlen auch dahin gelangen, wo die leuchtenden Strahlen nicht treffen, daß also von allen Punkten der Himmelskuppel dieses ultraviolette Licht zurückgestrahlt wird. Wäre unser Auge für diese Strahlen ebenso empfindlich wie das Wood'sche Strahlenfilter, so würde für uns der Gegensatz von Licht und Schatten zum großen Teile verschwinden, unsere Umgebung müßte ein wesentlich anderes Aussehen gewinnen und die Deutlichkeit der Wahrnehmung wäre stark für uns vermindert.

Die an den Grundsätzen der Spektralanalyse rührende unheimliche Entdeckung, daß ein und dasselbe chemische Element je nach der Art, wie man es zum Leuchten bringt, verschiedenartige Spektren zeigen könne (s. II. Jahrb., S. 159), hat die

Physiker zu erneuter Untersuchung dieser Vorgänge aufgerufen. Wirkliche Verschiebungen jener feinen Spektrallinien, d. h. deutlich nachweisbare Änderungen der sie erzeugenden Lichtwellenlängen, sind als Folge wechselnden äußeren Drucks unzweifelhaft nachgewiesen. S. Erner und E. Haschek behaupten ferner, daß diese Verschiebungen im Funkenspektrum, d. h. wenn das Spektrum der zwischen zwei Elektroden desselben Metalls überspringenden Funken geprüft wird, noch intensiver als im Bogenspektrum auftreten und nicht nur vom äußeren Atmosphärendruck, sondern auch von der Partialdichte des untersuchten Dampfes abhängen. Als eine andere Ursache der Linienverschiebungen gibt Haschek „die steigende Dichte des leuchtenden Dampfes“ an; bei gleicher Zunahme der Dampfdichte verschieben sich angeblich die Linien im Funkenspektrum mehr als im Bogenspektrum. Auch die Mengen der verdampfenden Substanz sollen nach Haschek einen nachweisbaren Einfluß auf die wirkliche Wellenlänge der Linien haben, so daß man nach seiner Meinung sogar eine Methode der quantitativen Spektralanalyse, der Stoffmengenbestimmung, auf die Ausmessung dieser Linienverschiebungen begründen könnte. Für reines Zink z. B. im Funkenspektrum soll die Wellenlänge 4,722.510 gelten, während sie für dieselbe Zinklinie bei Verwendung einer fünfprozentigen Zinklegierung anstatt des reinen Zinks als Elektrode nur 4,722.599 beträgt. Es wäre somit die Partialdichte im leuchtenden Dampf von entscheidendem Einfluß auf die Wellenlänge.

Gegen diese Ergebnisse, die auf vielen Gebieten der irdischen wie der kosmischen Physik geradezu eine Revolution anrichten würden, wenden sich J. M. Eder und E. Valenta in einer Arbeit, welche die Unveränderlichkeit der Wellenlängen im Funken- und im Bogenspektrum des Zinks feststellen sucht.* Bei sorgfältiger Durchführung des spektrographischen Vorganges konnten sie alle angeblichen Verschiebungsphänomene, welche Haschek u. a. auch beim Zink beschreibt, als nicht existierend nachweisen. Sie stellten vielmehr fest und belegen es durch äußerst instruktive Photographien ihrer Spektren, daß

1. bei gewöhnlichem Atmosphärendruck keine Linienverschiebungen existieren, wie sie im Funkenspektrum gegenüber dem Bogenspektrum nach Erner und Haschek auftreten sollen, und daß

2. auch keine Linienverschiebungen im Funkenspektrum existieren, welche auf verringerte Mengen des im Dampf vorhandenen Elementes (Zinks) zurückzuführen wäre, d. h. daß auch eine Abhängigkeit vom Partialdruck nicht festzustellen ist.

Wie kamen nun aber Erner und Haschek zu ihren alarmierenden Resultaten? Vielleicht dadurch, daß die Breite der Spektrallinien im Bogen- und Funkenspektrum schwankt. Diese Breite der Linien steht in noch nicht genügend bekannter Abhängigkeit von der Temperatur, dem Druck, der Dichte der leuchtenden Dampfschicht; ob mit der Verbreiterung auch eine Verschiebung, gewissermaßen

eine Verlegung des Schwerpunktes der Linien eintritt, ist noch völlig unentschieden.

Vom Leben der Kristalle und Metalle.

„Die Beschäftigung mit den Formregulationen oder Rekonstitutionsvorgängen bei Tieren (s. Jahrb. II, S. 165) hat mir die Untersuchung der Bedingungen wünschenswert erscheinen lassen, unter denen analoge Vorgänge auch bei einfacheren Naturformen, nämlich den Kristallen, vor sich gehen.“ Mit diesen Worten, die auf die Wichtigkeit der Versuche für das Problem der Erkenntnis des Lebens hindeuten, leitet Prof. H. Przibram in Wien einen Bericht über „Formregulationen verletzter Kristalle“ ein.*

Daß verletzte starre Kristalle, die infolge von Einengung (Konzentration) ihrer Nährlösung bei Verdunstung in offenen Gefäßen zu wachsen im Stande sind, sich regenerieren, ist seit langem bekannt. P. Curie hatte die Frage aufgestellt, ob solche Kristalle auch in einer vor dem Verdunsten geschützten, also sich nicht anreichenden Nährlösung ihre Form wiederherstellen können, und Przibram unternahm den experimentellen Nachweis dieses Wiederherstellungsvorganges. Die Versuche wurden in einer erschütterungsfreien, dunklen, unterirdischen Zisterne mit fast genau gleichbleibender Temperatur (+ 12 Grad C.) vorgenommen.

Zuerst gelangten oktaedrische Kaliumalkalialaunkristalle zur Verwendung. Aus ihnen wurde mit einer Laubsäge ein keilförmiges Stück ausgesägt, oder sie wurden halbiert. Die so verletzten Kristalle wurden, je einer in einem Glase, an der Unterseite des das Gefäß verschließenden Korkstopfens mittels einer Metallkammer aufgehängt, nachdem das Glas entweder mit konzentrierter Kalialaunlösung oder Chromalaunlösung soweit gefüllt worden war, daß der eintauchende Kristall allseitig von der Flüssigkeit umgeben wurde. Zur Verhinderung der Verdunstung war über den Lösungen eine Schicht Vaselin- oder Provenceöl ausgebreitet.

Alle Kristalle wiesen nach zwei bis fünf Monaten eine mehr oder wenig vorgeschrittene Wiederherstellung der Oktaederform auf. Es ist deutlich zu bemerken, daß die Rekonstitution der Kristallform durch Ablösung von Teilchen der unversehrten Kristallflächen (Abrauung von Ecken, Lösungsröcke auf den Flächen) und Ablagerung des dadurch gewonnenen Stoffes an der verletzten Stelle geschehen ist. Am deutlichsten zeigt sich dies bei den Kalialaunkristallen, die zur Wiederherstellung ihrer Form in Chromalaun eingehängt sind, da die neu angelagerte Substanz natürlich größtenteils aus Chromalaun besteht, der durch seine violette Färbung von dem farblosen Kalialaun sich deutlich abhebt (s. Abb.).

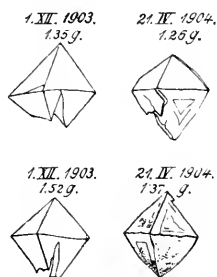
Bisher gar nicht auf ihr Wiederherstellungsvermögen untersucht waren die Kristalle der Eiweißkörper (Kristalloide), zu deren Prüfung Przibram nun schritt. Hämoglobinkristalle, aus Pferdeblut dargestellt, erwiesen sich dafür ausgezeichnet ge-

*) Sitzungsberichte der K. Akad. d. Wissensch. Wien, Band 112, 8. Heft (1903).

*) Zeitschrift für Kristallographie u. Mineral. Bd. 39 (1904), 5. und 6. Heft.

eignet. Sie bilden mit bloßen Augen sichtbare, weingelbe, rhombenförmige, dünne Plättchen.

Einige dieser Kristalle wurden in ihrer Nährlösung auf einen Objektträger unter das Mikroskop gebracht und unter Zusatz eines Tropfens Wasser durch Druck zerprengt. Dann wurde wieder Nährlösung substituiert, indem das Wasser auf der einen Seite der Flüssigkeitsansammlung mittels Kiepapier entfernt, auf der anderen Seite ein Tropfen Hämoglobinklösung zugesetzt wurde. Die beim Waf-



Wachstum verlegter Kali-Monokristalle.

ferzusatz abgerundeten Ecken des Kristalls nehmen dann bald wieder scharfe Konturen an, und es erfolgt eine allgemeine Regeneration des abgesprengten Stückes, bis wieder ein vollständiger rhombischer Kristall vorhanden ist. Weitere Hämoglobinkristalle wurden so lange der Wassereinwirkung ausgesetzt, bis die anfangs bloß gequollen-abgerundeten Sprengstücke eine Auflösung ihrer Ecken erlitten und endlich nur noch runde Stücke des ehemals vollkommen rhombischen Kristalls übrig blieben. In welcher Weise nach Zusatz von Nährlösung die Wiederkristallisation erfolgte, zeigt deutlich die Abbildung, in der der Strich die Zufuhr der Nährlösung anzeigt. Weder die mineralischen noch die quellbaren Kristalle nehmen bei diesem Versuche in allen Fällen an Masse (Gewicht) zu.

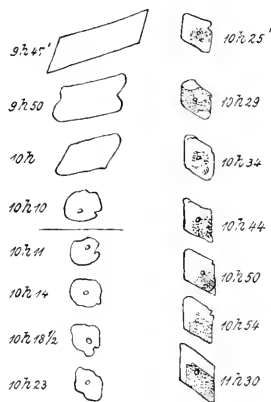
Das Endergebnis seiner Versuche faßt Prizibram in den Satz zusammen: „Die Kristalle vermögen ihre Form nach Verletzung wiederherzustellen, wenn die inneren (Aggregats-) und die äußeren (Kontakts-, Nährlösungs-) Bedingungen eine Anlagerung oder Umlagerung von Teilchen gestatten, und zwar auch dann, wenn keine absolute Massenzunahme des Kristalls erfolgen kann.“

Auch das überaus interessante, bisweilen an biologische Vorgänge gemahnende Verhalten der Metalle gegenüber verschiedenen physikalischen Einflüssen, wie Wärme, Elektrizität, Licht ist Gegenstand weiterer Untersuchungen gewesen (s. 11. Jahrb., S. 101). So hat Egon R. v. Schweidler eine schon länger bekannte, als „Ermüdung“ und „Erholung“ bezeichnete Empfindlichkeit von Metallen gegen lichtelektrische Einflüsse einer genaueren Prüfung unterworfen.

Zur Feststellung dieser lichtelektrischen Empfindlichkeit dient das bekannte Elektroskop, mittels dessen die Änderung der Empfindlichkeit durch Be-

obachtung des Verlustes elektrischer Leistung gemessen wird. Die lichtelektrisch empfindlichen, besonders die auf langwelliges Licht reagierenden Metalle sind unmittelbar nach Reinigung ihrer Oberfläche reizbarer als einige Zeit darauf. Diese Abnahme der Empfindlichkeit hatte man deshalb ursprünglich auf Oxydation der Metallflächen zurückgeführt. Doch hat sich später ergeben, daß eine solche „Ermüdung“ nur bei Belichtung eintritt, im Dunkeln nicht, und daß die Schnelligkeit der Ermüdung von dem Gehalte des Lichtes an ultravioletten Strahlen abhängt; im Dunkeln nimmt die herabgesetzte Empfindlichkeit wieder zu, es tritt „Erholung“ ein. R. v. Schweidler hat nun an Zink, Zinkamalgam, Magnesium und Magnesium Versuche mit Tages- und Nachtlicht gemacht.

Er stellte dabei fest, daß die Ermüdung hauptsächlich durch wirksames (ultraviolettes und kurzwelliges sichtbares) Licht hervorgerufen wird, und zwar wird die Empfindlichkeit gegen langwellige Strahlen verhältnismäßig stärker beeinflusst als gegen kurzwelliges Licht, sowohl in der Ermüdung wie in der Erholung. Die Ermüdung findet bei positiver wie bei negativer Ladung in ziemlich gleichem Grade statt. Der Vorgang der Erholung vollzieht sich nicht nur im Dunkeln, sondern auch im Lichte, und überlagert sich dem Ermüdungsprozeß, unter Umständen bis zu dem Grade, daß er bei dauernder Belichtung zu einem Anwachsen der Empfindlichkeit führt. Am stärksten ist der Erholungsprozeß an frischen, gar nicht an alten Oberflächen festzustellen. Einige Vornahmen, z. B. Erwärmung,



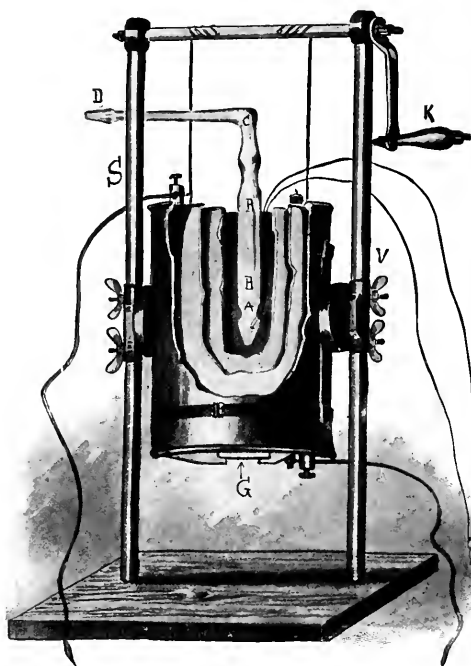
Auflösung und Regeneration eines Hämoglobinkristalls

Abspülen in Flüssigkeit, ausnahmsweise auch Herabsetzung einer frischen Oberfläche, sind mit einer dauernden, auch durch Verunreinigen nicht zu behebbenden Herabsetzung der Empfindlichkeit verbunden. (S. B. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. 112, Abt. 11a, S. 974.)

Aber die Destillation von Metallen hat der Chemiker Prof. Fr. Krafft in Heidelberg neue Versuche angestellt, die auch zur Bestim-

mung der genauen Siedetemperatur dieser Metalle geführt haben.)*

Wasser, unter eine Luftpumpe gebracht, siedet schon unter gewöhnlicher Temperatur und kühlt sich dabei durch teilweise Verdunstung so stark ab, daß der nicht verflüchtigte Teil gefriert. Wasser kann also als Flüssigkeit nur unter dem Druck der Luft, nicht in luftleeren Räumen existieren, ebenso Alkohol, Äther und andere Flüssigkeiten. Man kann deshalb das Sieden einer Flüssigkeit auch als „Überwindung des Luftdrucks“ bezeichnen. Quecksilber dagegen, selbst in kleinen Tröpfchen, verändert sich im luftleeren Raume nicht, es ist also eine im Va-



Elektrischer Ofen zum Sieden von Metallen.

uum existenzfähige Flüssigkeit. In einem Vakuum, das groß genug ist, um die Erscheinungen des Kathodenlichtes auftreten zu lassen, gelingt es bei Anwendung genügender Hitze, Metalle, die im Vakuum schmelzbar sind, zu destillieren und zu rektifizieren wie jede andere Flüssigkeit. Prof. Krafft bediente sich zu dem Zwecke des elektrisch geheizten Ofens von W. C. Heraeus, der binnen wenigen Minuten ein Auf- und Absteigen zwischen den Temperaturgrenzen von 14 Grad bis 1400 Grad gestattet, ohne daß der Experimentierende von der hohen Temperatur belästigt würde. Das etwa seit zwei Jahren im Handel befindliche Quarzglas, aus reinem geschmolzenem Bergkristall hergestellt, gestattet durch seinen etwa 800 Grad über dem gewöhnlichen Glas-

schmelzpunkte liegenden Erweichungspunkt und durch seine Unempfindlichkeit gegen alle, auch die größten Temperaturunterschiede, von den Temperaturen des elektrischen Ofens ausgiebigen Gebrauch zu machen. Man kann in luftentleerten (evakuierten) Quarzglasgefäßen Destillationen zahlreicher Metalle bis zu einer Temperatur von fast 1400 Grad vornehmen. Die Kondensation vollzieht sich in dem Teile des Quarzgefäßes, der aus dem Heizraume hervorragt.

Kadmium siedete im elektrischen Ofen bei 455 Grad, Zink bei 640 Grad. Das Selen destilliert rasch bei einer Augentemperatur von 380 Grad, das bisher für sehr schwer flüchtig geltende Tellur kommt bei 550 Grad in energisches Sieden. Antimon destilliert im evakuierten Quarzglasgefäß bei einer Augentemperatur von 762 Grad, das schwerer flüchtige Wismut erst bei 1050 Grad. Blei siedet bei 1160 Grad Heiztemperatur. Die über Verdampfung von Silber, Kupfer und Gold angestellten Versuche zeigen, daß diese drei Metalle 1400, 1600 und 1800 Grad Heiztemperatur erfordern.

Nicht nur mittels der Heiztemperatur des elektrischen Ofens, sondern auch direkt bestimmte Prof. Krafft in einer weiteren Versuchsreihe die Siedetemperaturen mancher Metalle, und zwar mittels eines durch Quarzglasröhren geschützten Thermoelements, das er direkt in das siedende Metall eintanchen ließ und dessen Temperatur am Voltmeter abgelesen wird. Das Sieden eines schwer flüchtigen Metalls im Quarzglas beim Vakuum des Kathodenlichtes bietet einen eigentümlichen Anblick, indem aus dem unsichtbaren Metall an der Kondensationsstelle, da wo sie aus dem Heizraume heransragt, sich zahllose, hellrotglühende Tröpfchen an der Gefäßwandung absetzen und fortwährend von zusammengefloßenen, 6 bis 8 Millimeter breiten glühenden Tropfen durchfurcht werden. So gewinnt man bei der Kondensation keineswegs den Eindruck einer Abkühlung, sondern vielmehr eigentümlicher Weise den einer starken Erhitzung.

Haben wir die Metalle bei diesen Versuchen unter dem denkbar geringsten Druck, so ruhen sie im Erdinnern offenbar unter dem denkbar gewaltigsten, und es wäre interessant zu wissen, wie sie sich dabei verhalten. Daraus, daß das spezifische Gewicht des Erdganges etwa doppelt so groß wie das der äußeren Erdrinde ist, schließt man bekanntlich, daß das Erdinnere hauptsächlich aus Schwermetallen, insbesondere Eisen, besteht. In welchem Zustande sich dieses daselbst befinden müßte, hat G. Tamman in einer Arbeit „Über den Einfluß des Druckes auf die Umwandlungstemperaturen des Eisens“ festzustellen versucht.)*

Man nimmt vom Eisen jetzt drei allotropische Zustände, α , β und γ , an (s. auch Jahrb. II, S. 162). Bei Erhitzung des reinen Eisens absorbiert dieses

*) Berichte der deutsch. chem. Gesellsch. 36. Jahrg. 1905, S. 1690. Die Umschau, 8. Jahrg., Nr. 1.

*) Zeitschrift für Anorg. Chemie, Band 37; Naturwiss. Wochenschrift Band III, Nr. 25.

bei 770 Grad eine erhebliche Wärmemenge, ohne sein Volumen merklich zu ändern, und verliert die Fähigkeit, sich magnetisieren zu lassen, fast vollständig; das bei gewöhnlicher Temperatur beständige α -Eisen wandelt sich also in β -Eisen um. Dieses absorbiert bei weiterer Temperatursteigerung bei 890 Grad nochmals Wärme, diesmal jedoch unter ziemlich erheblicher Volumminderung, und wird so zu dem bis zum Schmelzpunkte ziemlich beständigen γ -Eisen. Diese Umwandlungen sind reversibel (rückgängig zu machen), sie treten bei der Abkühlung im entgegengesetzten Sinne wieder ein, es wird also beim Übergange von γ -Eisen in β -Eisen infolge der Abkühlung eine Volumenzunahme stattfinden. Durch steigenden Druck und durch Zusatz anderer

Elemente, z. B. von Kohlenstoff oder Nickel, zum Eisen wird die Temperatur der Umwandlungsgrenzen erniedrigt. Infolge dieser Abhängigkeit vom Druck und von Beimengungen wird sich das Eisen in der Erde schon in nicht erheblicher Tiefe im γ -Zustande befinden. Das in Tiefen von über $1/100$ Erdradius (bei über 16.000 Kilogramm Druck und über 600 Grad Temperatur) in der Erde vorkommende Eisen, welches wohl nickel- und kohlenstoffhaltig ist, könnte sich nur im γ -Zustande halten, in dem es kaum magnetisierbar ist; es würde bei sinkender Temperatur der Erde unter Volumvergrößerung (Ausdehnung) in den stärker magnetisierbaren Zustand übergehen.

Vom Rätsel des Lebens.

(Allgemeine Biologie und Paläontologie.)

Protoplasma und Zelle. * Die wahren Unsterblichen. * Organentstehung und Organechnik. * Erlöschene Geschlechter.

Protoplasma und Zelle.

Was Wesen der Lebenserscheinungen zu erfassen, das Rätsel des Lebens zu lösen, will der Forschung nicht gelingen. Fast scheint es, als solle Mephistopheles Recht behalten: daß von der Wiege bis zur Bahre kein Mensch den alten Sanerteig verdaut. Je tiefer wir das Problem des Lebens auffassen, je weiter wir ausholen, es in den Reizen des Experiments zu fangen, es mit den feinsten Hilfsmitteln der Chemie und der Optik zu durchschauen, desto mehr werden wir die Schwierigkeiten des Unternehmens gewahrt. Immer neue Methoden werden erfunden, immer neue Verlagerungsmittel und Sturmmaschinen herbeigeschleppt, und doch sind noch nicht einmal die Augenwerke der anscheinend unbeweglichen Feste genommen.

Da ist denn doch wohl die Frage erlaubt, ob wir mit unseren Bemühungen überhaupt auf dem richtigen Wege sind. In der Erforschung der Lebenserscheinungen stehen sich zwei wissenschaftliche Richtungen gegenüber, die mechanistische und die vitalistische Auffassung, über deren Verhältnis und Berechtigung der Amerikaner S. J. Melzer sich in einer beachtenswerten Vorlesung an der Universität zu Buffalo jüngst ausgesprochen hat.*) Die Theorie des natürlichen Mechanismus erhebt den Anspruch, alle uns zugänglichen Lebensgesetze auf Physik und Chemie zurückführen zu können, während die Theorie des natürlichen Vitalismus annimmt, daß alle Lebenserscheinungen von eigenartigen (spezifischen) Energien geleitet werden neben denen, die auch in der physikalischen Welt Geltung haben.

Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse scheint eine Entscheidung weder in dem einen noch in dem anderen Sinne zu gestatten, und wahrschein-

lich wird auch für eine lange Folgezeit noch eine zur Entscheidung ausreichende wissenschaftliche Grundlage fehlen. Das Beweismittel zu Gunsten des Vitalismus besteht in der Behauptung, daß, je weiter die biologische Forschung fortschreitet, desto mehr Tatsachen ans Licht kommen, die sich nicht physikalisch-chemisch erklären lassen. Aber was beweist das? Unsere gegenwärtigen physikalischen und chemischen Kenntnisse stellen sicherlich nur einen geringen Bruchteil dessen dar, was wir in den tausend kommenden Jahren über die Gesetze der unorganischen Welt erfahren werden. Wie sehr die Physik noch in den Kinderschuhen steckt, zeigt der Umstand, daß erst in unseren Tagen ungeahnte Entdeckungen in ihr gemacht sind: man denke an die Herz und Nieren durchbohrenden Röntgenstrahlen, die selbst auf den Schlachtfeldern von Port Arthur und Tiaojiang schon eine Rolle spielen, an die Ionisierung von Lösungen, an die neue Theorie der Elektrizität, an die wunderbaren Ergebnisse der Stereochemie! Wie dürfte man da schon jetzt die Möglichkeit, daß Physik und Chemie am Ende sehr viele, vielleicht sogar alle biologischen Tatsachen erklären könnten, in Abrede stellen? Summa die Versuche, Lebenserscheinungen systematisch und genau durch Physik und Chemie zu erklären, kaum älter als ein Jahrhundert sind.

Dazu kommen die ungeheuren Schwierigkeiten, mit denen der Physiologe zu kämpfen hat, während Physiker und Chemiker sich stets der Hilfe von Leuten erfreuen, die bei solchen Forschungen materielle Vorteile wittern. Die Propheten, welche die Unmöglichkeit einer mechanistischen Lebensauffassung voraussagen, sehen also offenbar zu schwarz. Nichts berechtigt gegenwärtig schon dazu, die Hoffnungen derer zu entmutigen, die an die endgültige Lösung des Lebensproblems durch Physik und Chemie glauben. Freilich ist der augenblicklich erreichte Erfolg im Vergleich zu dem, was noch der Lösung harret, zu winzig, zu unbedeutend, um einer Ver-

*) Science, Bd. 19 (1904), S. 18.

auszage auch nur den geringsten Grad von Wahrscheinlichkeit zu geben.

Dem gegenwärtig gibt es zahlreiche gut glaubigte biologische Tatsachen, die sich nicht auf mechanistische Weise erklären lassen, und wir wissen nicht, ob sie jemals auf diesem Wege zu erklären sein werden (s. Jahrb. II, S. 165, die organischen Selbstregulationen). Wir sollten diese Fakta ruhig als vitalistische Phänomene bezeichnen, bis wir einen Weg entdecken, sie durch die in der anorganischen Welt herrschenden Gesetze zu erklären. Vitalismus als eine Arbeitshypothese dürfte sogar für den Fortschritt der Biologie, die sich gar zu oft durch das Bemühen, exakte Wissenschaft zu sein, selbst gekemmt hat, von großem Vorteil sein. Ungemein wichtige physiologische Entdeckungen sind ohne Zuhilfenahme der Physik und Chemie zu stande gekommen, ein Beweis, daß die Biologie auch ohne diese Krücken auf eigenen Beinen stehen und gehen kann.

Natürlich bedeutet die Resignation, zu der Prof. Melzer in den vorstehenden Ausführungen auffordert, zugleich einen Verzicht auf eine einheitliche Weltanschauung für lange, lange Zeiten. Dieser Verzicht ist dem philosophischen Denken besonders der germanischen Nationen von jeher überaus schwer gefallen, und so sehen wir bis auf den heutigen Tag Versuch über Versuch angestellt, die Kluft zwischen dem Organischen und Unorganischen zu überbrücken, auszufüllen, ja als gar nicht vorhanden hinzustellen. Einer der kühnsten Gedankenformer auf diesem Gebiete war der Physiologe Wilhelm Preyer in seinem Buche: „Naturwissenschaftliche Tatsachen und Probleme.“

Alles Lebende kam nur von Lebenden stammen, ein Satz, den nur die Anhänger des Urzeugungsglaubens bezweifeln können, obwohl die ganze Natur um uns unablässig für seine Wahrheit spricht, während wir aus purem Unorganischen noch niemals etwas Organisches entstehen sahen. Ja — aber die Vergangenheit! Wie, als noch lodernde Feuer unsere Planeten umhüllten, als das ganze Sonnensystem noch im Nebelzustande sich befand? Da zieht der entschlossene Vitalist den kühnen Schluß, daß auch trotz dieser Flammen, in diesen Flammen bereits lebende Wesen existierten, daß jeden Sonnenball Änderungen organischen Lebens durchziehen, ja daß das Sein dieser feuerbeständigen Wesen reicher an Leben, an Lebenskraft sein mußte als das unsere, das mit ihm verglichen wie ein kärglicher Rest erscheint.

Diesen Gedankenreihen, so phantastisch sie dem Leser auch vorkommen mögen, versagt sich dennoch die Wissenschaft schon jetzt nicht völlig. Wie im I. Jahrgange (S. 131) im Anschlusse an Pflüger und Engelbrechtsen dargelegt wurde, können die ersten und wichtigsten organischen Verbindungen schon bestanden haben, als die Erde sich noch in hohen Hitzeegraden befand, und Pflüger sagt geradezu: Das Leben verdankt also dem Feuer seine Entstehung und ist entstanden zu einer Zeit, wo die Erde noch eine glühende Feuerkugel war.

Ergibt aber diese Anschauung das Organische immer noch entstanden sein, so geht Preyer einen Schritt weiter, indem er das Unorganische aus dem

Organischen hervorgehen läßt, ersteres als die Überreste und Schlacken ehemals organisierter Materie betrachtet. Also auch bei ihm bleibt „ein Erdenrest, zu tragen peinlich“, das Unorganische, Gestorbene, Tote. Das Reich des Lebens blieb beschränkt auf die zoologischen und botanischen Erscheinungen; das Reich des Mineralischen, für uns die Hauptmasse des Planeten, blieb unbeeftelt.

Wird es dabei sein Bewenden haben? Wir sahen schon im Schlussabschnitt eines vorhergehenden Kapitels (Vom Leben der Kristalle und Metalle), daß die Kristallisationsercheinungen mancherlei dem Wachsen und Werden der Organismen entsprechende Vorgänge zeigen. Mit kühnem Griffe hat der in Neapel tätige deutsche Gelehrte Otto v. Schroen durch genaues Verfolgen dieser Vorgänge zu zeigen versucht, daß auch die Kristallisation ein organischer Vorgang ist. Eine Skizze seiner Forschungen geben wir hier nach Willy Pastors prächtiger „Lebensgeschichte der Erde“, einem Werke, in dem die Resultate der strengen Forschung in künstlerischer Form mit dichterischer Phantasie so abgerundeten, wenn auch nicht immer wissenschaftlich einwandfreien Bildern verarbeitet sind.)*

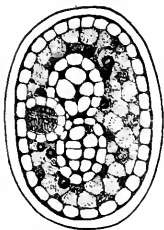
Otto v. Schroen ging von der Beobachtung geschlossener hängender Tropfen einer kristallinischen Lösung aus. Als erste Gestalt andeutende Spuren darin bemerkte er kleine, punktförmige Kügelchen, die schon von Eink und Vogelsang als Zusammenschluß der Moleküle einer Lösung nachgewiesenen Globuliten. Die nächste Verwandlung war die, daß die noch frei schwebenden Kügelchen durch Verschmelzung sich dehnten und so allmählich wuchsen. Und nun folgte eine Reihe „animaler“ Vorgänge: „Die Kügelchen oder Scheiben teilen sich und bilden auch in ihrem Innern Tochter-scheiben, die später auswandern. Während dieses erste Geschlecht die Mutter-scheibe verläßt, hat sich in deren Innern schon wieder eine dunkle Stelle (eine Wolke) gebildet, aus der eine zweite Folge von Tochter-scheiben entsteht. In der Regel wandern nur zwei Tochter-scheiben (Petroblasten) aus. Diese schweben auch wieder frei in der Lösung, dann dehnen sie sich allmählich zu Ringen oder Bläschen aus, die später eckig und in der Folge zu Kristallen werden. In der Mutterkugel bildet sich noch ein drittes Geschlecht, das jedoch nicht mehr auswandert, sondern sich in der Kugel zu Kristallen umbildet, die an den Rand der Mutterkugel wandern und dort gleichsam ein kristallinisches Epithel (Hautgewebe) bilden. Auch die Mutterkugel selbst wird dann kristallinisch, und die kleinen Kristalle am Rande lassen schon vorweg erkennen, zu welchem Kristallsystem sich die Mutterkugel umbilden wird.“

Diese so klaren Tatsachen, die uns die Entstehung der Kristalle aus Salzlösungen als einen Lebensvorgang zeigen, drängten zur Erforschung des wahren Aufbaues der Gesteine, des kristallinischen Erdmantels. Schroen untersuchte und photographierte zu dem Zwecke 120 einfache kristallinische Mineralien und 150 Gesteinsarten. In 1200 farbigen Zeichnungen und 12.000 Negativen und Dia-

*) Leben und Wissen, Bd. 1. Leipzig (Diederichs) 1903.

positiven sind die Hauptergebnisse der Untersuchung von 56.000 mikroskopischen Präparaten festgehalten.

Der Erfolg dieser Viesenarbeit übertraf alle Erwartungen. War Schroen auch überzeugt, daß sich in kristallinen Gesteinen fadenförmiges Petroplasma in verschiedener morphologischer Anordnung finden würde sowie Petroblasten in ihrem Anfangs- und Fortentwicklungsstadium, so dachte er doch nie daran, daß Quarz, Feldspat u. s. w. Steinzellen von solcher Größe, Klarheit, struktureller Einfachheit und solcher Ähnlichkeit mit unseren Pflanzen- und Tierzellen enthüllen würden. Und nach v. Schroens Photographien übertrifft der Kern der Kristallzelle (ohne künstliche Färbung) in seinen kleinen Einzelheiten und ganz besonders in seinen wesentlichen Stoffunterschieden selbst die Pflanzen- und Tierzelle. Von besonderer Bedeutung für das



Zelle der Dierhefe.



Weiße Blutzelle.

Verständnis der Entstehung der Gesteinskristalle ist das netzförmige Plasma, in dem sie wie in einem Bette liegen und das allem Anschein nach ihre Matrize ist; denn das Plasma schließt Körnsätze in die noch nicht ausgebildeten Kristalle, von denen aus sie wachsen wie eine Pflanze oder ein Tier.

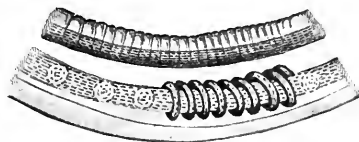
Diese eigenartige Struktur des Petroplasmas ruft in uns unmittelbar die Anschauungen wach, welche vor mehr als zehn Jahren O. Bütschli über die physikalische Schaumstruktur, die „Wabenstruktur“ sämtlicher Tier- und Pflanzenzellen aussprach, Anschauungen, die neuerdings durch die Untersuchungen anderer, besonders französischer Forscher bestätigt und erweitert sind.*)

Die mikroskopischen Bilder, welche uns das Protoplasma, die organische Grundsubstanz, bei starker Vergrößerung liefert, zeigen größtenteils übereinstimmend ein mehr oder minder regelmäßiges Gewir von Fäden, die, sich vielfach kreuzend, durch die Zelle gespannt sind. Während ein Teil der Forscher diese Bilder dahin deutet, daß die Zellsubstanz wirklich aus einer fädigen Masse bestehe, welche in eine flüssige Grundsubstanz eingelagert ist, nehmen andere an, daß das sich zeigende Fadengewir doch nur einem idealen optischen Durchschnitt entspreche, so daß in Wirklichkeit nicht eine fädige, sondern eine netz- oder genauer schwammartige Struktur bestehe. Das Plasma sei also ein Gerüstwerk, dessen Maschen und Poren mit einer

wässrigen Flüssigkeit durchzogen sind. Bütschli bante diese Ansicht dahin aus, daß das Plasma als besonders geartete zähflüssige Substanz aufzufassen sei, entsprechend dem Schaume zweier nicht mischbarer Flüssigkeiten. Das scheinbare Netz wird durch die Wände dieser Schaumbläschen veranlaßt, wovon man sich an vielen lebenden Objekten direkt überzeugen kann. Er fand diese Wabenstruktur sowohl bei Infusorien, wie auch in Körperzellen niederer Tiere und Pflanzen bis zu den Nervenzellen des Kindes.

Da es ihm ferner gelang, künstlich Emulsionen, z. B. aus Öl und Gelatinelösung, zu bereiten, die nicht nur gleichgroße Waben von 0.0005 bis 0.001 Millimeter Durchmesser zeigten, sondern sich physikalisch auch sonst wie die Protoplasmanaben verhielten, so zögerte er nicht, dem Protoplasma mumer, jede Organisation abzusprechen; nach ihm gewährleistet diese schaumige Verteilung nur eine gewisse besondere Elastizität der Zellen, die aber im übrigen mehr denn je wirklich die lebende Einheit und des letzten Teilstückchen lebender Wesen, das noch selbständig vegetieren kann, darstellt.

Daß diese Wabenstruktur des Plasmas existiert, ist durch die Untersuchungen des französischen Zoologen Kuntler in vollstem Maße bestätigt; aber es existiert doch noch mehr. Kuntler fand, daß nicht nur in zahlreichen Fällen die Waben gewisse Entschlüsse enthalten, sondern daß auch noch andere Stoffänderungen im Plasma vorhanden sind, sechs- oder polygonale dunkle Körnchen, die durch Ausläufer miteinander verbunden sind, so daß oftmals in der Zelle sich ein dichtes Gewebe von kleinen Miniaturzellen zeigt. So sah Kuntler sich zu der bedeutungsvollen Annahme gezwungen, daß das Plasma nicht eierlei, zum mindesten nicht eine unveränderliche Struktur besitze, sondern daß sich, wie die Zellen ihrer Funktion gemäß sich ändern, so auch die Plasmastruktur im Organismus veränderten Bedingungen anpasse. Die Zelle ist ihm ein Organismus, der aus kleineren Elementen, den Spha-

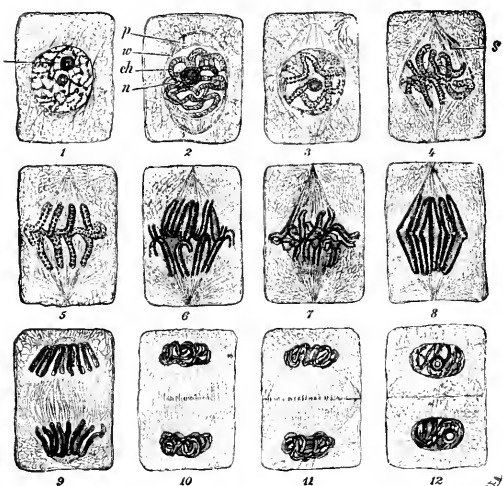


Gemeinschaftsstiel einer Kolonie von Eloctentierchen.

culae, gewissermaßen Zellen zweiter Ordnung, zusammengefaßt ist.

Es gibt neben diesen jedoch auch Zellen von ganz anderem Bau, die keine Spur von wabiger oder granulärer Struktur zeigen, sondern im wesentlichen aus einem Achsenfaden bestehen, um den sich andere Fäden spiralförmig winden. Auch sie sollen in ihrem Innern noch wieder Fäden zweiter Ordnung mit einer ähnlichen Organisation erkennen lassen, und es liegt in ihnen ein so ungeheuer verwickeltes Gebilde vor, daß es die Zelle zur kompliziertesten aller organischen Erscheinungen machen würde. Diese von dem französischen Botaniker Gayod ent-

*) Die Organisation des Protoplasmas. Von Prof. D. A. Francé, München, 8. Jahrgang, Nr. 17.



Stadien der Kern- und Zellteilung (nach Strasburger.)

deckte Struktur ist auch von dem Zoologen G. Eng bei den verschiedensten Infusorien, namentlich bei den allen Aquarienbesitzern wohl bekannten Glockentierchen (Vorticella) beobachtet worden, und eine ganze Anzahl Forscher hat diese Ergebnisse an den Muskeln von Tieren und den Zellen der Algen bestätigt.

So können wir uns, wie Prof. Francé sagt, nicht davor verschließen, daß das Protoplasma unmöglich eine so einfach gebaute Substanz ist, wie Bütschli und seine Anhänger lehrten, daß ferner seine Struktur je nach den Lebensumständen der Zelle wandelbar sein muß; sonst könnte nicht eine Gruppe von Beobachtern Waben, eine andere Fäden (Fibrillen), die dritte Körnchen (Granula) finden. Dies nebst dem Umstande, daß man in den einfachsten einzelligen Lebewesen, den Urtieren, nun schon wiederholt enorm komplizierte Strukturverhältnisse gefunden hat, berechtigt uns, nicht nur von einer Struktur, sondern von einer organischen Gesamtheit derselben, von der Organisation des Protoplasmas zu sprechen. Welcher Art diese Organisation ist, ob tatsächlich die Zellen aus kleinen selbständigen Einheiten aufgebaut sind, und welcher Art die aufbauende Einheit, der wahre Elementarorganismus, ist, das zu entscheiden ist der Zukunft vorbehalten. Sicher erlaubt aber der gegenwärtige Stand der Plasmafrage zu sagen, daß die Wissenschaft im Begriffe ist, eine sehr feine und komplizierte Organisation der lebenden Substanz aufzudecken.

Einer der wichtigsten Lebensvorgänge der Zelle ist die Zellteilung, wichtig für die einzelligen Wesen, denn auf Zellteilung beruht deren Fortpflanzung, wichtig für die vielzelligen, denn hier bedeutet sie das Wachsen und Heranreifen des zunächst, nach der Zeugung, einzelligen Organismus zum vollendeten Artgenossen. Sie geht in ziemlich einfacher Weise als direkte Teilung bei den

niederen Pflanzen vor sich, und zwar bei alten Zellen oder solchen, deren Inhalt bald desorganisiert werden soll; im Tierreich ist die direkte Teilung besonders auf die Protozoen, die einzelligen Arterien, beschränkt. Sie vollzieht sich in der Weise, daß die Zelle sich in der Mitte durchschnürt und der Zellkern dieser Einschnürung folgt.

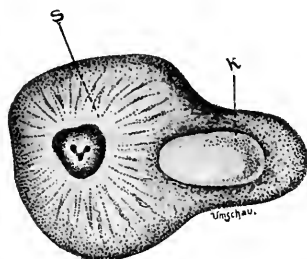
Weit verwickelter ist der Vorgang der indirekten Zellteilung, der Mitose oder Karyokinese, die besonders bei den höher organisierten Vertretern des Tier- und Pflanzenreichs vorkommt. Hier geht die Teilung vom Kern der sich teilenden Zelle aus und schließt sich mit der Teilung der Zelle ab. Am Zellkern zeigt sich zunächst ein kleines, als Zentralkörper (Zentrosoma) bezeichnetes Gebilde, das in das Zellplasma seine Strahlen sendet. Im zweiten Stadium zerfällt das Chromatin des Zellkerns in einzelne Fäden und das Zentrosoma teilt sich in zwei gleiche Körperchen. Diese rücken längs der Kernmembran auseinander, während zugleich die Chromatinfäden sich in einzelne Schleifen, die Chromosomen, teilen. Die beiden Zentrosomen legen sich schließlich polähnlich an zwei entgegengesetzte Seiten des Kerns an, der inzwischen seine Membran (seine Haut) verloren hat. Zwischen den beiden Zentrosomen läßt sich eine Verbindung durch zwischen ihnen ausgespannte feine Fasern erkennen; diese Fasern treten nun auch an die zur Äquatorialplatte in die Kernmitte gelagerten Chromosomen heran, und wir erhalten in der Zelle das Bild einer in der Mitte verdickten Spindel. Hier auf teilen sich die Chromosomen der Länge nach und die einzelnen Teile rücken nach den Zentrosomen hin, um die beiden Tochterplatten zu bilden, zwischen denen die Faserverbindung bestehen bleibt. Im weiteren Verlaufe der Teilung rücken die Chromosomen ganz in die Nähe der Zentrosomen und verdichten sich schließlich. Indem dann in der Zellwand eine Furche auftritt und die Tochterplatten sich zu den neuen ruhenden Zellkernen heranbilden, kommt es durch Einlagerungen in die Verbindungsfasern zur Bildung der die beiden neuen Zellen trennenden Zellplatte. Übrigens stehen die einfachere direkte und die soeben geschilderte indirekte Zellteilung nicht ohne Verbindglieder einander gegenüber. *)

Aber nicht diese, zum Teil längst bekannten, zum Teil neuen Vorgänge und die verschiedenen darauf gebauten Zellteilungstheorien können uns hier interessieren. „Ermüdend,“ sagt Prof. Dr. Francé mit Recht, „ist das Studium und die Kenntnis dieser hundert feinen Differenzierungen deshalb, weil uns deren Wesen und Ursachen völlig unbekannt sind. Wir sehen da in der Zelle und ihrem runden, einfachen Kern sonderbare Fäden, aufgerichtete Körnchen auftreten, bizarre Strahlen schießen auf, gleich als ob an feinen Tauern der Kern auseinandergezerrt werden sollte, seltsame Schleifen verschlingen sich ineinander — und wir wissen von all dem nicht, was es bedeuten soll, wir sind überhaupt

*) Die neuen Studien über Zellteilung. Ein Sammelreferat von W. Gölich, Naturwiss. Wochenschrift, III. Bd., Nr. 8.

nicht einmal informiert, was die einzelnen Teile des Zellkerns und seiner Nebengebilde eigentlich sind.“

Den Bau der Zelle und die Bedeutung seiner Bestandteile aufzuhellen, ist das Ziel von Prof. Dr. W. Rhodés „Untersuchungen über den Bau der Zelle“, Untersuchungen, in deren Verlauf er über die oben geschilderten Zentrosomen oder Polkörperchen und den um sie herumgelagerten fugeigen, dunklen Teil des Protoplasmas, die sogen. Sphäre, sehr überraschende Entdeckungen machte,



Zelle aus der Leber des Salamander mit mächtiger Sphäre (S).

die uns diese Gebilde in ganz neuem Lichte zeigen.*) Die Sphären sind es, in denen jene oben erwähnten feinen radiären Strahlen auftreten, die weit in das Protoplasma hineingreifen, es gewissermaßen an den Pol ziehen (daher Anziehungssphären) und es so der Teilung gemäß gruppieren und sondern.

Nun hat aber Prof. Rhodé nachgewiesen, daß diese Sphären und die von ihnen umlagerten Zentrosomen nicht in notwendigem Zusammenhang mit der Zellteilung stehen, sondern daß ihre eigentliche Funktion und Bedeutung eine andere sein müsse. Die Sphären besitzen tatsächlich zellenähnlichen Bau, dessen Struktur den Bau der Zelle wiederholt, und ihre Grundsubstanz unterscheidet sich in ihrem Verhalten gegen die zum Sichtbarmachen angewandten Farbstoffe dermaßen von dem Zellprotoplasma, daß die Sphäre in der Zelle als ein Fremdkörper betrachtet werden muß. In den Zellen der Froschnervenzellen finden sich die Sphären sowohl im Zellkörper wie im Zellkern zerstreut, bald einzeln, bald zu mehreren, bisweilen sogar in bedeutender Anzahl. Sie können sich ganz unabhängig von der Zellteilung spalten, ihre Teilstücke wachsen schließlich wieder zu normal gebauten Sphären heran, die sogar die Zelle ganz verlassen und außerhalb ihrer ein selbständiges Leben führen können.

Die Sphären besitzen große Ähnlichkeit mit den Parasiten einer Monasart, wie Prof. Frané nachgewiesen hat, ebenso mit gewissen schwarzfärbenden Pilzen. Allerdings werden durch diese Parasiten die Wirtszellen zu Grunde gerichtet, während wir von den Sphären nichts wissen, was auf Schmarogerleben hindeutet. Wenn sie also Fremdkörper in der Zelle sind, so dürften sie wohl eher als Symbionten, harmlose, vielleicht sogar nützliche Gäste, denn als Schmarogger zu betrachten sein.

*) Über eigenartige aus der Zelle wandernde „Sphären“ und „Zentrosomen“, ihre Entstehung und ihren Zerfall. Zeitschrift für wiss. Zoologie, Bd. 75 (1903), Heft 2.

Da es sehr fraglich erscheint, ob die bisher gebräuchlichen Forschungsmethoden uns noch wesentlich Neues über das Leben offenbaren werden, ist man auf die Suche nach neuen Methoden gegangen. Das Mikroskop offenbart uns nur den Bau der Zelle, des eigentlichen Lebenssträgers. Will die Wissenschaft aber der physikalisch-chemischen Organisation der Zelle auf die Spur kommen, so kann sie das nur mittels chemischer Stoffe, welche den Zellbau vollständig ändern: sie vernichtet also zuvor, was sie untersuchen und erkennen möchte, und begehrt hier im Kleinen denselben Fehler, den die Gegner der Dissektion ihr beim Arbeiten am Körper des noch lebenden, aber durch Furcht, Qualen oder Betäubungsmittel aus dem normalen Zustande gerissenen Tieres zum Vorwurf machen. Da erscheint es doch sehr zweifelhaft, ob die jüngst entdeckte neue Methode der physiologischen Forschung, die auf der völligen Isolierung des Zellastes von dem Zellgewebe beruht, einen wesentlichen Fortschritt in der Lebensforschung bringen wird.

Prof. Dr. Buchner und seine Schüler waren zu der Annahme gelangt, es müsse viel leichter sein, den Charakter und die Eigenschaften des Zellplasmas zu studieren, wenn es gelänge, den lebenden Zellinhalt auf mechanische Weise zu isolieren, als wenn man ihn einer der gebräuchlichen chemischen Methoden unterwürfe. Als eine solche „mechanische Methode“ wählten sie das Zerreiben der Hefezellen, mit denen sie experimentierten, durch Sand, der ein ausgiebiges Zertrümmern der Zellen bewirkte. Der durch Kieselgur mittels Druck filtrierte Brei lieferte als Filtrat die „Symbiose“, den



Nervenzelle aus dem Rückenmark des Frosches mit auswandernden Sphären.

reinen, chemisch unveränderten Saft der Zellen, der noch insofern den „Stempel des Lebens“ an sich trug, als er in zuckerhaltigen Substanzen alkoholische Gärung einleitete, ein Vorgang, der chemisch nicht nachgeahmt werden kann.

Diese Methode wurde von Prof. Macfadyen verbessert. Er sagte sich, daß das Zerquetschen lebender Zellen mit Sand die Lebenstätigkeit des Zellplasmas doch schädlich beeinflussen könne, ließ die Zellen deshalb zuerst hart frieren und zerfeinerte sie dann in einem besonderen Apparat unter Vermeidung jeglicher Erwärmung, indem er den Apparat während der Zerkleinerung in einen Behälter mit flüssiger Luft (-190°C) tauchte. Diese Temperatur scheint den meisten Zellarten wie auch ihren Produkten unschädlich zu sein, so daß die dadurch rotierenden Metallfüßer wird die Masse aufgetaut, mit physiologischer Kochsalzlösung verfestigt und

so lange zentrifugiert, bis sie frei von schwebenden Bestandteilen ist. Durch genügend langes Zentrifugieren erhält man vollkommen sterile „Sellsäfte“, die alle intrazellulären Bestandteile der betreffenden Zellen enthalten, soweit sie in Salzlösung löslich sind, dem Quantum nach oft den ganzen Zellinhalt; ob auch qualitativ, ist wohl fraglich.

Die neue Methode hat auf dem Gebiete der Pathologie, beim Studium der in den pathogenen Bakterien enthaltenen Gifte (Toxine) schon wichtige Ergebnisse geliefert. Durch Zerkleinern des erkrankten Nervensystems tollwütiger Hunde gelang es Macfadyen, den Giftstoff der Tollwut völlig zu vernichten und zu beweisen, daß dieser noch immer rätselhafte Stoff organisiert, also an Mikroorganismus gebunden sein müsse, die so klein sind, daß sie sich unseren Mikroskopen und filtern entziehen. Aber dem Geheimnis des Lebens werden wir auch auf diese Weise schwerlich näher kommen. Erwähnt doch Macfadyen von anderen Versuchen zur Erprobung seiner Methode beiläufig, daß das Leuchtvermögen der neuerdings vielbesprochenen Leuchtbakterien durch deren Zerkleinerung in flüssiger Luft zerstört werde. Die Leuchteigenschaft ist also wahrscheinlich eine Funktion der lebenden Zelle und ihre Entstehung von deren intakter Organisation abhängig.*) Hast alle Teile in der Hand, fehlt, leider! nur das geistige Band.

Die wahren Unsterblichen.

Große Kriegsteile mögen sie gewesen sein, die zehntausend Unsterblichen des Persefönigs, aber mit ihrer Unsterblichkeit war es schwach bestellt. In diesem Punkte erlebte ihr Ruhm vor dem der Protozoen, der wahren Unsterblichen. Zwar hat man diesen ihren Ruf jüngst zu schmälern versucht durch den Nachweis, daß auch sie dem natürlichen Tode nur durch periodische Konjugation, durch die von Zeit zu Zeit eintretende Verschmelzung zweier einzelliger Individuen zu einem neuen Wesen, entgehen können. Aber dieser Nachweis ist durch Calkins und R. Hertwig zurückgewiesen worden; die einzelligen, meist in Wasser oder feuchter Umgebung lebenden, dem bloßen Auge selten sichtbaren vielgestaltigen Metierchen scheinen wirklich unsterblich zu sein. Sie pflanzen sich durch Teilung oder Knospung fort, können aber auch durch Konjugation neue, aus je zwei alten Individuen entstehende Wesen bilden.

Wenn ein einzelliges Protozoon sich durch Teilung fortpflanzt, so zerfällt es in zwei Hälften, die für sich wieder neue Lebewesen bilden. Die Mutterzelle ist auf diese Weise aus der Reihe der Individuen verschwunden, doch kann man unmöglich sagen, sie sei gestorben, eher, sie habe sich verdoppelt. Unter den günstigen Bedingungen pflanzen sich die beiden aus ihr entstandenen Tochterzellen auf dieselbe Weise fort, und so ergibt sich eine kontinuierliche Kette von Organismen, die man sich theoretisch bis ins Unendliche fortgesetzt denken kann. Was jede Tochterzelle bei ihrer Entstehung

infolge der Teilung der Mutterzelle an Stoff und Umfang eingebüßt hat, ersetzt sie in kurzem durch Wachstum. Die Beobachtungen mehrerer Forscher, besonders Maupas', schienen nun den Nachweis erbracht zu haben, daß sich diese Verjüngung doch nicht so ohne weiteres in infinitum fortsetzen kann, sondern daß nach einer gewissen Periode ungeschlechtlicher, durch Teilung bewirkter Fortpflanzung eine Konjugation, d. h. das Zusammenkommen zweier Geschlechter, erfolgen muß, wenn nicht die betreffenden Individuen an Altersschwäche zu Grunde gehen sollen. Das Prinzip dieser Konjugation ist das Verschmelzen der auf die Hälfte verminderten Kernsubstanzen zweier Zellen. Nach Maupas' Untersuchungen tritt, wenn die Konjugation verhindert wird, eine Degeneration der zum Versuche dienenden Infusorienkolonie ein. Am Zellkörper und Kern gehen Veränderungen vor sich, die Wimpern verkümmern, so daß die Fähigkeit der Bewegung und der genügenden Nahrungsaufnahme verringert wird, es tritt der richtige Altestod ein.*)

Es ließe sich ja wohl begreifen, daß eine fortgesetzte Teilung die jeder Zelle innewohnenden, von der Mutterzelle ererbten Eigenschaften, darunter vor allem die Fortpflanzungsfähigkeit, allmählich so verringern, „verdünnen“ könne, daß sie schließlich gleich Null werden.

Doch tritt diese Degeneration oder „Depression“, wie Calkins es nennt, nicht auf einmal nach so und so viel Generationen in einer Kultur von Protozoen ein, als ein definitives Altwerden der Zellen, das nur durch die Verjüngung mittels Konjugation wieder zu heben wäre. Die Depressionen treten vielmehr wiederholt in schwankenden Zwischenräumen auf und werden ohne äußere Einwirkung, durch innere Kräfte der Zelle, wieder gehoben. Dabei werden sie freilich im Laufe der Zeit immer stärker, folgen in kürzeren Pausen aufeinander und führen schließlich, wenn nicht auf irgend einem Wege Abhilfe erfolgt, zum Untergange der Kultur. Der Lebenslauf einer Protozoenkultur läßt sich also bildlich durch eine anfangs aufsteigende, dann wellenförmig abfallende Linie darstellen, wobei die Wellentäler, welche die einzelnen Depressionen anzeigen, immer tiefer werden.

Die Rettung der Tierchen vor dem Untergange, eine „Verjüngung“, kann auf verschiedenen Wegen erreicht werden: einmal durch die als Encystierung bekannte Einkapselung, die immer mit einer durchgreifenden Reorganisation des Kernapparates verbunden ist; ferner durch hinreichend frühzeitige Konjugation zweier Individuen mit Austausch von Teilen der Geschlechts- oder Nebenkern, worauf wieder eine Teilung der konjugierten Wesen erfolgt. Die Verjüngung kann aber auch, wie Calkins gezeigt hat, durch chemische Einflüsse oder mechanische Reize erfolgen, z. B. durch Veranlassung des bisherigen, aus Henaufguss bestehenden Nährbodens der Kolonie mit einem fleischnährertrakt oder durch eine starke Erschütterung; so erholte sich eine in Depression befindliche Kultur Calkins' vollkommen durch eine längere Eisenbahnfahrt.

*) Zeitschrift für allgem. Physiologie, Bd. III, Heft 3. Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III, Nr. 41.

*) G. Heilig, Konjugation und natürlicher Tod. Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III (1904), Nr. 30.

Die Ursache dieſer Depressionen, die, wenn ſie nicht gehoben werden, ſchließlich allerdings zum natürlichen Tode des Protozoons führen, liegt nach den neuſten Unterſuchungen Hertwigs in einer Veränderung des normalen Maſſenverhältniſſes von Kern und Plasma der Zelle. Jede Lebensverrichtung der Zelle iſt mit einer Größenzunahme des Zellkerns verbunden, der die Tätigkeit der Zelle dadurch ermöglicht, daß er ihr beſtimmte Stoffe entzieht. Hieranſchließt ſich ſomit der Zellleib dem Kern wieder Subſtanzmengen und ſtellt ſo das normale Maſſenverhältnis beider Teile wieder her. Im Depreſſionszuſtand iſt alſo der Zellkern bedeutend vergrößert; dagegen wird bei der Encyſtierung eine beträchtliche Menge der Kernmaſſe durch das Protoplasma aufgelöst und aufgeſogen, und ebenſo wird bei der Konjugation der Infuſorien der weitaus größte Teil des Kernapparats, der Hauptkern oder ſomatische Kern, rückgebildet.

Indem Hertwig einige Protozoen, das Sonnen tierchen und ein Infuſor (*Dileptus Gigas*), unter Verhinderung der „Verjüngung“ durch Konjugation oder Einkapſelung fortgeſetzt ſtark fütterte, erreichte er gewaltige Maſſenzunahme des Zellkerns, die die Tierchen anfangs unter Symptomen der Depreſſion wieder auf das normale Maß zurückzuführen vermochten. Auf die Dauer jedoch erwies ſich die fernaufſaugende Kraft des Plasmas als ungenügend, und die Tiere gingen unter Bildung von verhältnismäßig ungeheuer großen Kernen zu Grunde. Beim Sonnen tierchen hatte z. B. der Kern bis auf das 3000fache zugenommen.*)

Die von den oben genannten Forſchern mit Protozoen vorgenommenen Verſuche entfernen nun die Tierchen aus ihren natürlichen Lebensbedingungen, indem die Züchtung der Kulturen auf künstlichen Nährböden vorgenommen wird. Daß es unter ſolchen Verhältniſſen zu Kataſtrophen in den kleinen Kolonien kommt, iſt nicht zu verwundern. Vielleicht beſitzen die Protozoen in dem ihnen angemessenen Naturzuſtande Mittel, das Leben durch Verjüngung der Zellen immer wieder von vorn zu beginnen und ſich ſo als die wahren Unſterblichen zu erweiſen.

Schon ihre verhältnismäßig große Unempfindlichkeit gegen äußere Einflüſſe verbürgt den niederſten Lebeweſen ein langes Daſein. Dem Mangel und der Dürre entziehen ſie ſich durch Einkapſelung, bis ſie der erſte Regentropfen zu neuem Leben erweckt. Daß ſie den tieſten von uns künstlich dargeſtellten Temperaturen trohen und eine Kälte von -182° C unſchadet ihrer Geſundheit überdauern, iſt ſchon im II. Jahrbuch (S. 148) berichtet. Aber auch ſtarke Hitzegrade tun ihrem Wohlbefinden keinen Eintrag, wie W. N. Setcheli bei Unterſuchung der Lebeweſe verſchiedener heiſſer Quellen und Geysire Nordamerikas feſtgeſtellt hat. Beſonders die niedere Pflanzenwelt zeichnet ſich in dieſer Hinſicht aus, während tieriſches Leben in heiſſen Waſſern über 45° C nicht mehr angetroffen wurde. Spaltalgen kommen in heiſſen Quellwaſſern von 65 bis 68° , ausnahmsweiſe ſogar bis zu 77° C

vor, während die Spaltpilze oder Bakterien in heiſſen Gewäſſern von 70° noch ſehr gut gedeihen und ſelbſt noch in ſolchen von 89° angetroffen werden. Die in dieſer Temperatur ausdauernden Bakterien fadenförmigen Geſtalt bilden gleichzeitig die kleinſten beſannten Lebeweſen.

Organentſtehung und Organtechnik.

Die Entwicklungslehre ſteckt ſich nicht nur das Ziel, nachzuweiſen, wie aus einfacheren, im System niedriger ſtehenden Lebeweſen höhere Organismen hervorgegangen ſind, ſondern auch die nicht weniger ſchwierige Aufgabe, die Heranbildung der einzelnen Organe niedriger Arten zu den entſprechenden oder zu ganz neuen komplizierteren Werkzeugen der aus ihnen hervorgegangenen Spezies zu erklären. Für die Zoologie hat in den letzten fünfzig Jahren der namentlich von dem Heidelberger Profeſſor C. Gegenbaur ausgebaute Zweig der vergleichenden Anatomie dieſe Aufgaben zu löſen ſich bemüht, und wenn das auch nicht in allen Punkten gelungen iſt, ſo bietet doch dieſes Forſchers „Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere“, deren zweiter Band kürzlich erſchienen iſt, eine Fülle von wunderbaren Einblicken in das Werden und den Wandel der Organe und Organkomplexe. Es herrſcht, wie Dr. med. W. v. Öſſnig betont, in der Organismenwelt weniger reine Neubildung als im weſentlichen ſtets die Heranziehung von vorhandenen Organen, deren Bedeutung abnimmt oder zurücktritt, zur Neuſchaffung und Ausbildung von Organen ſteigender Bedeutung.

Dies läßt ſich kaum an einem anderen Organkomplex ſo ſchön darlegen wie an dem Kiemenſkelett der Fiſche mit ſeinen Umbildungen, die es im Laufe der Zeit erfahren hat, indem es in eine zunehmende Zahl neuer Organe überging.

Die zwar ſchon bei niedrigeren Weſen vorhandenen, aber erſt bei den Fiſchen auf der Höhe ihrer Funktion, der Atmung, ſtehenden Kiemen beſtehen aus einem blutreichen Gewebe, deſſen vielfach gefaltetes, auch durchbrochenes Epithel den Sauerſtoff des Waſſers den unter ihm liegenden Kapillargefäßen (ſeinen Blutäderchen) zuführt und die überſchüſſige Kohlenſäure abgibt. Zur Stütze der Kiemen dient bei dem einfachſten Fiſchtier, dem Amphioxus, ein hautartiges Stützgewebe, das dann vom Skelett der Wirbelſäule aus allmählich verknorpelt und noch ſpäter verknöchert. Dieſes Stützgewebe iſt dem Kopfe bogenförmig angelagert, ſeine einzelnen Teile ſind die Kiemenbogen (Visceralbogen), die aus je einem vorderen (ventralen, am Bauch gelegenen) und hinteren (dorsalen, dem Rücken benachbarten) Abſchnitte beſtehen. Bei vielen Fiſchen iſt über ſämtliche Kiemen eine Deckſalte, der Kiemendeckel, gezogen. Die Kiemenbogen ſpielen für das vorderſte Ende des Darmes in der Kopfregion dieſelbe Rolle wie die Rippen für den mittleren Teil in der Rumpfreſion.

Dieſer dem Waſſerleben der Fiſche vorzüglich angepaßte Atemapparat hat nun, indem er bei den höheren Wirbeltieren allmählich unbrauchbar wurde, wichtige Umbildungen erfahren; bei den niederen Maſſen beteiligte er ſich, wie v. Öſſnig eingehend

*) De. E. Ueresheimer in Naturw. Wochenſchrift, Bd. III, Nr. 26.

nachweist, am Aufbau der Kauwerkzeuge und später bei höheren Formen an der Ausbildung des Gehörorgans und der Luftwege.*) Damit ist jedoch die Bedeutung der meist in der Neunzahl vorhandenen Kiemenbogen nicht erschöpft. Auch die vorderen und hinteren Gliedmaßen werden von ausschlaggebenden Autoritäten der Abstammung nach auf zwei Kiemenbogenpaare zurückgeführt, eine Umschauung, die freilich auch ihre Gegner, und zwar hervorragende, hat.

Die paarigen Flossen der Fische, Brust- und Bauchflosse, sind die Vorläufer der paarigen Extremitäten sämtlicher übrigen Wirbeltiere. Das Einheitsliche an ihnen bis herauf zum Menschen ist der Besitz je eines Extremitätengürtels, des Schulter- und des Beckengürtels, und je eines Paares freier,



Vierbeiniges Huhn.

mit dem zugehörigen Gürtel beweglich verbundener Extremitäten: der vorderen und hinteren Gliedmaßen oder Arme und Beine.

Nach Gegenbaur's Theorie stammen die paarigen Extremitäten von zwei letzten Kiemenbogen in ihrer Gesamtheit ab. Der Gürtel und das daran befestigte Gliedmaßenpaar stellen also ursprünglich eine gemeinsame Anlage dar, die von der Verbindungsstelle beider peripheriewärts in Ober- und Unterarm, Hand, Finger u. s. f. ausgewachsen ist. Diese ehedem am Hinterrande des Kopfsteiles stehenden Bögen wanderten unter fortgesetzter Aus- und Umbildung nach hinten, in der Richtung nach dem Schwanzende des Körpers, bis sie schließlich an ihren jetzigen, auch bei den Säugetieren noch nicht völlig fixen Punkten als vordere und hintere Extremität anlangten.

Diese Umbildung setzt die Möglichkeit weitgehender Teilungen der anfänglich einfachen, nur aus je zwei Stücken bestehenden Kiemenbogen voraus. Daß die Fähigkeit solcher Teilungen vorhanden ist, beweist uns noch heute das Auftreten überzähliger organischer Bildungen, denen Prof. Cornier eingehende Untersuchungen gewidmet hat. Die so gewonnenen Ansichten konnte er zum Teil auch durch das Experiment beweisen, indem er eine Anzahl der in der Natur vorkommenden überzähligen Bildungen künstlich erzeugte.

Die Untersuchungen zeigten stets, daß überzählige Gliedmaßen und andere Doppelbildungen nur aus Wunden durch falsche Verwendung der inneren Heilkraft (Regenerationskraft) hervorgehen.

Solche Wunden entstehen aber durch technische Kräfte, wie Druck, Zug, Verbiegung und Knickbeanspruchung, so daß nach ihrer Einwirkung ganz charakteristische Verbildungen entstehen, aus denen noch im Alter des Tieres zu erkennen ist, wie sie entstanden sind. Die zwei- und dreizinkigen Gabelschwänze der Eidechsen z. B. entstehen durch Einwirkung biegender Kräfte. Trifft dabei der Scheitel der Verbiegung mit der Verührungsstelle zweier Wirbel zusammen, so entsteht dort an der Gegenseite eine kassende Rißwunde im Schwanz, die zwei Wundflächen zeigt, während an der Angriffsstelle der biegenden Kraft der Schwanz abbricht und bald eine Erlasspitze wiedererzeugt. Das Verhalten der beiden Scheitelwundflächen hängt davon ab, ob sie dicht nebeneinander liegen oder auseinanderklaffen. Im ersten Falle wird eine überzählige Schwanzspitze angelegt, die jedoch unentwickelt bleibt, im zweiten Falle werden je nach der Breite des Risses ein oder zwei Skelettröhren gebildet, so daß eine zwei- bzw. dreiteilige Schwanzwirbelsäule entsteht. Letzteres braucht nicht sichtlich hervorzutreten; denn meistens wachsen die beiden Skelettröhren parallel nebeneinander und werden von einer gemeinsamen Hauthülle umgeben.

Auch an den Gliedmaßen können überzählige Bildungen auftreten, z. B. bei Schweinen ein oder zwei überzählige Sehnen, deren Entstehung auf ein Zersprengen des inneren Fußwurzelfnochens der unteren Reihe zurückgeführt werden muß. Ähnlich verhält es sich bei den Hirschartigen. Natürlich müssen derartige Verletzungen vor der Ausbildung der betreffenden Glieder, in der frühesten Jugend oder in der Embryonalzeit des Tieres, eintreten sein.

Ganze überzählige Gliedmaßen sind bei Fischen, Enten und Hühnern beobachtet. Sie entstehen aus Wunden, die ein Schulter- oder Beckengürtel durch Verbiegung einzelner seiner Partien erhält. Hühner und Enten mit überzähligen Gliedmaßen befehlen außer letzteren noch ein bis zwei Blinddärme mehr, als sie normalerweise haben, ja ihr Darm gabelte sich vor seinem Ende in zwei Kloaken, von denen jede ihren besonderen After hatte. Auch hier lag eine Sprengung des Beckengürtels dem Auftreten der überzähligen Gebilde zu Grunde.

Überzählige Wirbelpartien entstehen, wenn bei einem Embryo die Wirbelsäule oder ein Teil derselben über ein bestimmtes Maß verbogen wird, ohne daß dabei Einsätze in Haut und Weichteilen entstehen. Tritt aber letzteres ein, so wird die Regeneration weit umfangreicher: bei einem Risse in die Weichteile des Halses und die Halswirbelsäule bilden sich zwei Köpfe, zwei Gesichter bei einem Längsriß durch die Weichteile einer Gesichtshälfte und der Gesichtsknochenanlagen, und in ähnlicher Weise Zwillingsformen.*)

Derselben Kräfte aber, die wir hier als Schädiger des Körpers und als Erzeuger von Mißbildungen wirken sahen, bedient sich der Organismus in früher ungeahntem Maße, um mit möglichst geringer Kraftentfaltung möglichst große Wirkungen zu erzielen, also zum Ersparen von Kraft, und zwar

*) Die Kiemenbogen-theorie der Wirbeltiere, Naturw. Wochenschrift, Bd. III (1904), Nr. 9 und 10.

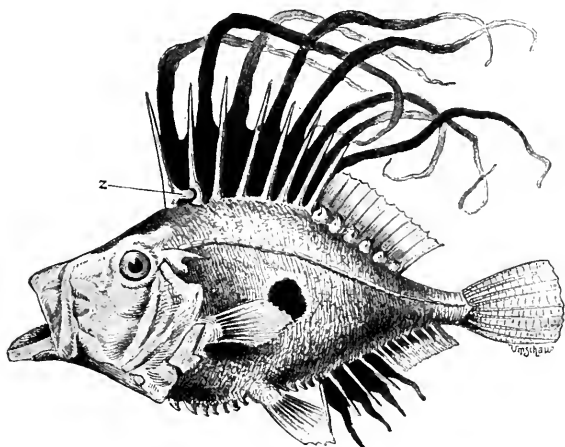
*) Dr. Rabes in Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III, Nr. 37.

hauptsächlich von Muskelkraft. Vielleicht hat Prof. Horváth in Kasan recht, wenn er die Hypothese aufstellt, daß die Unermüdbarkeit eine ursprüngliche Eigenschaft der Muskulatur ist, und daß nur allmählich mit der Entleerung und Entwicklung der höheren Arten diese Unermüdbarkeit immer geringer wurde, bis sie bei den höchstorganisierten Tieren und im Menschen nur noch in einigen Muskeln erhalten blieb. Es sind das die Muskeln, welche vom Willen und Verstande unabhängig sind: das Herz, sämtliche glatten Muskeln und auch die Atemmuskeln. Um so wichtiger ist es für den Organismus, daß er der Muskelermüdung durch rein mechanische Mittel vorbeugen, seine Kräfte schonen kann durch Anwendung von Ketten, Sperrvorrichtungen, Gelenken, Führungen, deren sich die Technik schon seit Jahrtausenden bedient, die aber als höchst wesentliche Bestandteile des tierischen Mechanismus noch bei weitem nicht von allen Naturforschern anerkannt werden. Jedes lebende Wesen, sagt Courcier, ist ein Organismus, der sich selbst aufbaut, und zwar durch chemische Prozesse und nach den Gesetzen der menschlichen Technik. Ein Grundgesetz der „Bioteknik“ z. B. ist, daß durch Zug ein Gewebe im Wachsen gefördert wird. Es läßt sich an der Bildung der Schwimmhäute erläutern; Reibung, d. h. eine aus Zug und Druck zusammengesetzte Bewegung, in welcher stets der Zug überwiegt, muß an der Stelle, wo sie auf den Organismus wirkt, eine Gewebeverdrängung hervorrufen; daraus folgt, daß Schwimmhäute am Körper dort entstehen, wo die Luft und das Wasser beim Vorbeistreichen am stärksten reiben, d. h. an den Seiten der Finger und des Körpers.

Kaht alle dem Maschinenbauer an seinen Maschinen bekannten Elemente finden sich im tierischen und menschlichen Organismus wieder, in den mannigfaltigsten und zweckdienlichsten Zusammensetzungen und in zahllosen verschiedenen Ausführungen. Da die zur Vergleichung notwendige Kenntnis der technischen, manchmal ganz falsche Vorstellungen wachsenden Ausdrücke nicht allgemein vorausgesetzt werden kann, so wollen wir uns an dieser Stelle damit begnügen, an der Hand der Ausführungen Dr. Otto Thilo's, der den tierisch-technischen Mechanismus jahrzehntelang studiert hat,^{*)} einen Punkt aus dem reichen Material herauszugreifen: die Sperrvorrichtungen im Tierreich.

Die beweglichen Stacheln der Fische, besonders die Rückenstrahlen, heißen gewisse Vorrichtungen, welche den Tieren die Möglichkeit bieten, ihre Stacheln ohne Muskelkraft beliebig lange aufrecht zu erhalten. Diese „Sperrvorrichtungen“ entsprechen völlig den Gesperren, die der Techniker überall da

anwendet, wo er einen beweglichen Maschinenteil dauernd festzustellen hat. Die Sperrklinken der Schiffsankerwinden, die Hemmschube der Wagenträder, welche den Pferden beim Bergabfahren das Zurückhalten des Wagens erleichtern, sind Beispiele solcher Gesperre, denen die Sperrvorrichtungen mancher Fische genau nachgebildet erscheinen. So fand Dr. Thilo die beiden ersten Strahlen der Rückenfinne des Heringkönigs (Zonus faber) zu einem Zahngesperr hergerichtet, indem, wenn beide aufgerichtet sind, der erste Strahl mit einem zahnartigen Fortsätze sich gegen den zweiten stützt. Nur wenn man vorher den zweiten niedergelassen hat, läßt sich der erste zurückdrücken. Manche dieser Gesperre sind so schwierig zu lösen, daß man, wie Thilo in einigen größeren Muscen sah, oft kleine Fische in



Zahngesperr des ersten Rückenstachels bei Zeus.

sehr große Behälter gesetzt hat, weil man sie nicht durch Niederlegen ihrer Stacheln in entsprechende kleinere hatte bringen können.

Neben den Zahngesperren finden im Tierreich auch die Reibungsgesperre Anwendung. An ihnen ist der Hahn zu einer runden Scheibe umgeformt, welche den zu haltenden Gegenstand feststellt. Vorrichtungen, wie die bekannten Doboischen Klemmgesperre oder die amerikanischen Haleschlösser finden wir am Rückenstachel des Einhornes, eines zwischen den Korallenriffen des Roten Meeres lebenden Fisches, (Monacanthus), wieder. Die arabischen Fischer haben kennen das Einhorn sehr gut und wissen, daß es sich in felslöcher flüchtet und hier mit seinem Stachel gegen die Decke des Loches stemmt, um sich nicht heranziehen zu lassen. Es glückt ihnen nur dann, der Beute habhaft zu werden, wenn sie den Rückenstachel niederlegen, und das gelingt nur, wenn man den zweiten kleinen Strahl hinter jenem, die Substanz oder den Sperrknochen, niederdrückt, wie den Drücker an einem Klappenschloß. Mit Hilfe dieses Sperrknochens kann das Einhorn seinen Rückenstachel unter jedem beliebigen Winkel von 0 Grad bis 90 Grad auf

*) *Biolog. Zentralbl.*, Bd. 19, Nr. 15; Bd. 21, Nr. 16. *Die Anatom.* 7. Jahrg. (1904), Nr. 53. *Journal of Anat. and Physiol.*, Bd. 35, S. 205.

rechterhalten, ohne seine Muskeln auch nur im mindesten anzustrengen.

Manche Fische, z. B. unser Barsch, vermögen ihre Stacheln ganz ohne Sperrhaken festzustellen, indem sie sie in sogenannte „Tollage“ bringen. Denn kann der Druck des Wassers beim Schwimmen den Stachel nicht zurückdrängen, weil die Krafterichtung des Druckes der Richtung des Stachels parallel läuft und ihn höchstens noch etwas fester gegen seine Gelenkhöhle drückt. Der Fisch aber überwindet die Tollage dadurch, daß seine die Stacheln dirigierenden Muskeln die Gestalt eines Dreiecks haben, das mit der Basis an der Wirbelsäule, mit der Spitze an dem Stachel befestigt ist. Die Fasern des Muskels divergieren also sehr bedeutend zur Wirbelsäule hin und können daher Kräfte von sehr verschiedenen Richtungen erzeugen. Während eigentliche Sperrvorrichtungen am menschlichen Skelet wohl kaum vorkommen, finden wir die Tollagen mehrfach angewandt, z. B. am Kniegelenk beim Stehen oder auch am Ellenbogengelenk: stützt man sich bei vollständig gestrecktem Unterarm auf die Hand, so bilden Ober- und Unterarm eine gerade Linie, und es bedarf keiner Muskelkraft, um sie in dieser Stellung zu erhalten. Was die menschlichen Maschineneinrichtungen hinter den von der Natur geschaffenen tierischen Maschinen zurückbleiben läßt, ist weniger ihre geringere Zweckmäßigkeit, als ihr unverhältnismäßig größerer Kraftverbrauch. Die Tollagen und Sperrvorrichtungen werden in der Natur dazu benützt, Muskelkraft zu sparen.

Als ein sehr zusammengefügter Mechanismus erscheint, anatomisch betrachtet, das Kiemengerüst der Fische; seine vielen Knochenplatten, Gräten und Gelenke wirken geradezu verwirrend. Als jedoch Dr. Thilo dieses Gerüst nach den Regeln des Zwangslaufes untersuchte, fand er eine ziemlich einfache, allen wohlbekannte Vorrichtung: die Fische spannen ihre Kiemenhaut mit demselben Mechanismus, den wir zum Spannen des Regenschirmes benutzen. Genau so erging es Dr. Thilo mit jener eigentümlichen „Schubturmel“ am Kiefergerüst der Vipern. Erst als er wußte, was eine Schubturmel ist, konnte er sie begreifen, und, wie andere Mechanismen am tierischen Körper, nachbilden. Es wäre diesen, von ihm in der Naturforscher- und Ärzteversammlung zu Kassel vorgelegten und erläuterten Nachbildungen eine recht ausgiebige Einführung als Modelle für den naturgeschichtlichen Unterricht zu wünschen.

Während jedoch die Schubstangen und ähnliche Vorrichtungen an Maschinen in streng vorgeschriebener Bahn, zwangsläufig geführt werden, wäre am Kiefergerüst der Viper eine so strenge Geradeführung unpraktisch; denn sie würde die Nachgiebigkeit des ganzen Gerüsts in hohem Grade verringern und so zum Bruche der Knochenspannen führen. Uns ähnlichen Gründen ist auch eine andere, am Maul einiger Fische vorkommende Geradföhrung nicht streng zwangsläufig. Sie läßt sich am besten beim Lippfisch erkennen, der seinen etwa 12 Sentimeter langen Körper durch Spinnen des Maultes um ein volles Sechstel verlängern kann. Wäre die Muskulatur dieser Vorrichtung so streng zwangsläufig wie

an Dr. Thilos Modell, so würde eine Tollage der Muskeln, eine chronische Maulsperrre entstehen.

Es steht sicher zu erwarten, daß uns das weitere Verfolgen dieser biotechnischen Untersuchungen, um die sich vor Dr. Thilo der bekannte Reuleaux, der Amerikaner Thurston und andere verdient gemacht haben, noch manches Geheimnis des Organismus entziffern wird. Möchten nur recht viele Ingenieure ihr Interesse und ihre Kenntnisse diesem Zweige der Naturforschung zuwenden!

Erlöschene Geschlechter.

Hoffentlich ruft der Leser nicht, wenn wir wieder ein Stück vergangener Lebewelt vor unseren Augen passieren lassen: ein petrefaktisches Lied — ein traurig Lied! Freilich traurig, daß wir all die gewaltigen Helden, von deren Leben und Lieben unser vortrefflicher Joseph Viktor v. Schöfchel manch lustiges Schelmlied gesungen, nur noch als „alte Herren“ in den Schränken und Kästen der Museen begrüßen können; wenn doch die fündige Phantasie der Paläontologen wenigstens mehr von ihnen in Gestalt von Rekonstruktionen, wie die kämpfenden Dinosaurier oder das rekonstruierte Mammut, den Triceratops u. a., wollte ersehen lassen (s. Jahrb. I und II). Leider können wir diesmal nur mit Knochen aufwarten und müssen zu ihrer Vetebrung schon auf die Phantasie des Lesers bauen.

„Und der uns hat gesungen dies petrefaktische Lied, der fand's als fossiles Almbumblatt auf einem Kropolith.“ Hoffentlich weiß die geehrte Leserin Schöfchels, was Kropolithen sind; ich wäre sonst in der peinlichen Lage, sagen zu müssen, daß sie die versteinerten Exkremente fossiler Tiere, namentlich von Reptilien, sind. Dem Paläontologen sind sie trotz ihrer dunklen Herkunft Gegenstände eingehenden interessanten Studiums. E. Neumayer hat bei Untersuchung solcher Verdauungsreste aus dem Perm, der auf die Steinkohlenzeit folgenden Formationen, von Tegas die Entdeckung gemacht, daß in diesen fossilen Almbumblättern nicht nur die Nahrung, sondern bei der Mehrzahl von ihnen auch die sie einschließende Darmwand, also der im Tiere fossil gewordene Darm, zusammen mit seinem Inhalt vorliegt. Prof. Dr. Hoernes schlägt für die Almbumblätter in ihrem natürlichen Einband den Namen Enterolith vor. Die Untersuchung des Darminhaltes größerer fossiler Schuppenlurche beweist, daß ihre Nahrung fast ausschließlich aus kleineren Individuen ihrer eigenen Verwandtschaft bestanden hat. Haben sie deshalb nicht vollauf den Untergang verdient?

In derselben Veröffentlichung* bringt Ferd. Broili in längerer Abhandlung über „Permische Stegocephalen und Reptilien aus Tegas“ einen weiteren Beweis für die Theorie Huxleys, welche den Ursprung der Säugetiere von primitiven Amphibien herleitet.

In den Erörterungen über die Ahnen der Säugetiere nimmt die zu den Reptilien gehörige Gruppe der Theromorphia insofern eine hervorragende Stelle ein, als diese Tiere gewisse Merkmale

*) Paläontographica, 54. Band (1904), 2. u. 3. Hef.

der Kriechtiere, Lurche und Säugetiere in sich vereinigen. Die Gliedmaßen der Landbewohner unter ihnen wurden gestützt durch die feste Verbindung der Brustgürtelknochen und durch ein nach Art der Säugetiere gebildetes Becken; auch in Schädel und Bezahnung zeigen sie bemerkenswerte Abweichungen von den übrigen Reptilien.

Neste dieser Gruppe haben die Perm- und die Triasformation Europas, Amerikas und Ostindiens geliefert. Die meisten und mannigfaltigsten Überbleibsel von Theromorphen entstammen der Karooformation Südafrikas, aus der etwa ein Dutzend Gattungen, zum Teil mit zahlreichen Arten, bekannt sind. Aber auch Europa besaß damals eine ähnliche Lebenswelt. Die nach dem russischen Gouvernement Perm benannte Formation scheint zu Zeiten, als Westeuropa von Meer bedeckt war, mehrfach den Kern alten Festlandes gebildet zu haben; Perm und damit zusammenhängende Trias finden sich teils oberflächlich, teils von jüngeren Schichten bedeckt von Orenburg bis zum Ural und nordwärts bis zum Weißen Meer, ebenso an der mittleren und oberen Wolga und andernorts.

Nachdem schon früher wiederholt Knochenfunde aus diesen Schichten bekannt geworden waren, begann im Jahre 1899 Prof. Almalikty planmäßige Ausgrabungen, die zu Funden ganzer wohlerhaltener Skelette führten, die nicht nur einzeln, sondern bisweilen zu zweien und dreien beisammen lagen. Der Hauptfundort liegt bei dem Orte des Sotki am rechten Talgehänge der Dwina. Die reptilienführende, etwa 12 Meter mächtige Gesteinsbank besteht aus rotbraunen und grauen, durch Kalk und Gips schwach verkitteten Sanden, welche neben Reptilien auch Amphibien, sowie Karne von einer zur permischen Eiszeit in Beziehung stehenden Gattung (*Glossopteris*) einschließen. Die gefundenen Reptilien sind zum Teil Theromorphen aus drei Gruppen, den Pareiosauriern, Anomodontiern und Deuterosauriern. Sie zeigen teils mittlere Größe, Schädel von kaum 50 Zentimeter Länge, teils riesige Verhältnisse, Längen von 4 bis 5 Metern mit Schädeln von 1 Meter Länge und $\frac{2}{3}$ Meter Breite. Ein Pareiosaurus der letzteren Größe läßt im Vergleich zu einem Gattungsverwandten aus der Karooformation die gewaltige Entwicklung dieser schließlich doch dem Untergange verfallenen Reptilien erkennen.

Diese Ausgrabungen zeigen uns wieder das russische Permgebiet als Kern eines für die Entwicklung der landbewohnenden Tiere und Pflanzen wichtigen Festlandes, welches zeitweise seine Ausläufer nach Mittel- und Westeuropa vorstreckte und hier, u. a. auch im Rheinland, Thüringen, Sachsen, Böhmen, mancherlei merkwürdige, wenn auch nicht so riesige Tiere geliefert hat.*)

Während diese Riesengeschlechter untergingen, haben sich so sarte Wesen wie die Quallen in der schwindenden Flut aus noch entlegeneren Erdpericlen bis heute erhalten. Nachdem schon in den letzten Jahrzehnten zahlreiche Zeugnisse ihres Daseins aus verschiedenen Schichten entdeckt sind, hat man jüngst bei Launenburg a. d. Elbe in einer der ältesten,



Die Beine von *Aepyornis ingens* ($\frac{1}{12}$ d. natürl. Größe).

der Steinkohlenzeit vorausgehenden Formationen, dem Devon, das erste Medusenfossil entdeckt. Es besteht in dem Abdruck der Oberseite des Schirmes einer Meduse, die mit einer schon länger bekannten (*Brooksella*) völlig übereinstimmt. Als Rheinfländerin hat sie den Namen *Brooksella Rhenana* erhalten.

Da wir uns gerade im Rheinlande befinden, so sei im Anschluß an diesen Fund gleich der Wallfischreste gedacht, die Prof. Pohlig aus Bonn jüngst im Tertiärsand unweit Düsseldorf gefunden hat. Für die Rheinlande sind solche Funde neu und aus so alten Schichten überhaupt kaum bekannt. Während sich weiter südlich im Arrheindelta die oberen Braunkohlenschichten bildeten, kamen also bei Düsseldorf Meerablagerungen zu stande, ähnlich denen, die sich nach ungezählten Jahrtausenden an unseren Küsten ablegten. In den Nordseegegenden sind die angeschwemmten Wallfischreste im Küstensand stellenweise so häufig, daß man aus den riesigen Knochen Hofstere und Gartenzäune errichtete. So mögen auch früher die Knochen gestrandeter großer Wale im rheinischen Tertiärsand begraben worden sein.

Noch näher an die Gegenwart führen uns die Funde gewaltiger Vogelsterile und der Reste riesiger Dickschäuter, die zum Teil noch mit dem Menschen zusammen über die Erde gewandelt sein mögen. Aus den Moorgründen der Küsten Madagaskars hat der französische Forscher G. Granddier neue Reste von Riesenvögeln zu Tage gefördert, Tiere von kolossalen Dimensionen, deren Eier 8 bis 10 Liter, also fast einen Wassereimer

*) A. Jentsch, Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III (1904), Nr. 40.



Der bei Glasgow entdeckte Rest eines fossilen Waldes aus der Kohlenperiode.

Inhalt hatten. Sie gehören zur Familie Aepyornis, waren unfähig zu fliegen und stützten auf dicken, dreieckigen Beinen einher. Die Familie bestand aus zwölf Arten, darunter elfchen von mehr als 5 Metern Höhe; der Zwerg dieses Riesengeschlechtes besaß Trappengröße, während das größte Mitglied den „langen Joseph“, die bekannteste „Größe“ der Gegenwart, besaß. Der Oberschenkelknochen ist sehr kurz und kräftig, Schienbein und Mittelfußknochen sind sehr kräftig entwickelt, alle diese Teile lassen auf eine äußerst starke Muskulatur schließen. Aus bestimmten Zeichen läßt sich entnehmen, daß der Bauch des Aepyornis ingens, wie der größte unter ihnen genannt ist, fast die Erde berührte. Das Tier glich also weniger dem mit ihm verglichenen eleganten Strauße, sondern eher den ausgestorbenen Riesenvögeln Neuseelands oder dem neuholländischen Emu.*)

Während das Inselleben dem Vogelgeschlechte offenbar sehr zuträglich war und die Entstehung von Riesenformen förderte, scheint es auf die Säugtiere hemmend oder gar die Entstehung von Zwergformen fördernd gewirkt zu haben. Noch heute sind die Inseln des Mittelmeeres lebend während des jüngsten Tertiärs (Pleistocäns) kleine Elefantformen, die einander in vielen Punkten ähnelten, hinsichtlich der Zahnbildung aber doch so wohl charakterisiert sind, daß Dorothy M. A. Bates***) die cyprische Form, den Elephas cypricus, von den Pygmäen des westlichen Mittelmeeres, Maltas, Siziliens, als eigene Form unterscheiden möchte. Es ist wahrscheinlich, meint sie, daß der cyprische Elefant in einer früheren Periode isoliert

wurde, als die westlichen kleinen Mittelmeerarten, deshalb eine Sonderentwicklung einschlug. Man darf demgemäß schließen, daß Cypern verhältnismäßig früh eine Insel wurde, eine Vermutung, die dadurch unterstützt wird, daß die Insel rings von tiefem Wasser umgeben und nirgends durch untergetauchte Bänke mit den Nachbarländern verbunden ist, wie etwa die Malta-Inseln. Während die Maltessischen Zwerg-elefanten mit Elephas antiquus, dem Elefanten der deutschen Zwischenzeit (Taubacher Tierwelt), und dem afrikanischen eng verknüpft erscheinen, besteht beim cyprischen Zwerg-elefanten gar keine Beziehung zu afrikanischen Arten.

Wie nahe Verwandtschaft zwischen dem längst ausgestorbenen Mammut und dem heutigen Elefanten besteht, hat Friedenthal durch das Experiment nachgewiesen, indem er Blut eines im sibirischen Eise gut konservierten Mammuts dem Serum zusetzte, das er erhalten hatte, indem er Kaninchen Elefantenblut einspritzte. Neben vielen, durch das Alter und die dadurch bewirkten Veränderungen des Mammutblutes wohl erklärlichen Fehlschlägen trat zweimal die typische, für Blutsverwandtschaft zeugende Reaktion auf (s. I. Jahrb., S. 305).

Auch Amerika hat einmal, wie im Diluvium und früher Europa, seine großen Dickhäuter besessen, die hier, gleich den Pferden, bis auf die Tapire völlig erloschen sind. Über die südamerikanischen Mastodonarten berichtet Freiherr E. v. Nordenföld*) auf Grund eigener Forschungen in Argentinien und älterer Sammlungen. Es lassen sich in Südamerika zwei Variationsmittelpunkte der Gattung Mastodon unterscheiden, eins in den Anden (Tarjatal), das andere um Buenos Aires, in Uruguay und der Nachbarschaft. Das Gebirgsmastodon (M. Andium) war kleiner und hatte längere, gekrümmte Stoßzähne mit deutlichem Schmelzband, während die Stoßzähne des Mastodons der Ebenen (M. Humboldtii) kurz, dick und mit undeutlichem Schmelzband versehen waren. Während europäische und asiatische Mastodonten das Miozän und Pliozän nicht überlebt haben, hat sich in Südamerika, wo er ohne Konkurrenz durch vorteilhafter entwickelte Arten, die Elefanten, das Mastodontentypus bis ins Pleistozän hinein erhalten; dann erlosch er auch hier.

Zum Schluß dieses Abschnittes sei uns noch

*) Die Umschau, 7. Jahrg., Nr. 46.

**) The Geological Magazine Nr. 481 (Juli 1904.)

*) Verhändl. der K. Schwed. Akad. der Wissensch., Bd. 37, Nr. 4.

ein Blick in die Wunderwelt des „wilden Westens“ der Vereinigten Staaten, in die Farbenwüste von Arizona mit ihren versteinerten Wäldern vergönnt. Die nicht weit von dem berühmten Grand Canyon des Colorado gelegene Painted Desert verdient ihren Namen; denn die das Gestein zusammensetzenden Letten, Schiefersteine Sandsteine sind durch prächtige rote, blaue, gelbe und grüne Färbung ausgezeichnet, so daß namentlich im hellen Sonnenschein die Landschaft der Farbenwüste ein in zahllosen herrlichen Tönen gemaltes Bild bietet. Hier nun liegen in der Nähe des Rio Puerco, eines linksseitigen Zuflusses des kleinen Colorado, die Reste des vertieften Waldes. Prächtig rot oder gelb gefärbte Stücke von Achat und Chalcedon mit der typischen Struktur von Baumrinde, weiterhin Teile von Baumstämmen, die ebenfalls in Achat, Jaspis oder Chalcedon umgewandelt sind, bereiten den Besucher auf die eigentliche Trümmersstätte vor, die mehr einer von Säulentrommeln überdeckten Ruinenstätte antiker Tempelstädte als einem ehemaligen Walde gleicht.



Versteinerter Baumstamm als Naturbrücke.

Zertrümmern übel mitgespielt. Die Tätigkeit der Erosion befreite sie aus den umhüllenden Schichten, die weniger widerstandsfähig waren als die kieselimprägnierten Hölzer.

Die Mehrzahl der merkwürdigen versteinerten Baumriesen scheint einem araukarienartigen Nadelholz anzugehören, manche Stücke zeigen eine gewisse Ähnlichkeit mit der virginischen Feder, einer Wachholderart. Die wunderbare rote, gelbe oder mattblaue Färbung der Bruchflächen aber hebt sie über alles hinaus, was wir sonst an versteinerten Hölzern kennen.*)

Auch in Europa sind sogar an Ort und Stelle noch wurzelnde Stämme aus älteren Erdperioden nicht selten. Hier sei nur auf den neuerdings bei Glasgow (Victoria-Park unweit Partick) entdeckten *Epidendrodium Hain* aus der Steinkohleperiode mit seinen aufrechtstehenden, merkwürdig gefelderten Stämmen verwiesen.

*) Naturwiss. Wochenschr., 3. Jahrg. (1904), Nr. 46.

Aus Grün und Blütenpracht.

(Botanik.)

Im Hochzeitgewande * Das Sexualproblem in der Pflanzenwelt. * Wehr und Waffen. * Das grüne Laub.

Im Hochzeitgewande.

Unsere Seele wäre fast stumm, wenn die Blumen mit ihrer Schönheit nicht seit Jahrhunderten die Sprache genährt hätten, die wir sprechen, und die Gedanken, welche die köstlichsten Stunden des Lebens zu verewigen trachten. Das ganze Wörterbuch der Liebe, all ihre Empfindungen sind von ihrem Hauche durchweht, von ihrem Lächeln leben sie. Sie haben von unserer Kindheit an, ja schon vor dieser, in der Seele unserer Väter einen ungeheuren Schatz gekauft, der unseren Freunden am

nächsten liegt, und aus dem wir schöpfen, wann immer wir die holdesten Augenblicke des Daseins recht empfinden wollen. Sie haben um unser Gefühlleben eine Duftatmosphäre gewebt und verbreitet, in der sich die Liebe heimisch fühlt.“

Etwas überwänglich mag uns dieser Hymnus des großen Neuromantikers Maeterlinck auf die Blumen dünken, aber etwas von der dankerfüllten Zärtlichkeit, die er ihnen widmet, hat wohl schon jeder fühlende Mensch einmal empfunden. Nicht dem in jugendlicher Unmut und Unschuld prangenden Menschenkinde gibt es wohl kaum etwas Reine-

res und Lieblicheres als Blumen. Nicht ohne Grund hat Jesu Muge gerade auf den „Lilien auf dem Felde“ voll Wohlgefallens geruht. Vor mir steht seit Tagen im Glas eine Blüte der Türkenbundlilie, ein wahres Wunder von stolzer Schönheit, unablässig, tags schwächer, nachts stärker, ihren edlen, feinen Duft ausstrahlend. Von den großen, hellgrünen Nektarien der roten Perigonblättern träufelt reichlicher Honig, in elegantem Bogen krümmen sich von der Mitte nach außen die Staubfäden, auf deren nadelfeiner Spitze die langen, rotbraunen Antheren gleich Wagebalken schaukeln. Schon sind sie staub-leer und trocken geworden, und doch harret noch die Blüte, harret vor allem der Stempel mit der üppigen Narbe aus. Das Hochzeitsgewand darf noch nicht abgelegt werden, denn das Ziel alles Blütenlebens, die Befruchtung, steht noch aus. Den Pollen der eigenen Staubbehälter hat die stolze Schöne verschmäht, schöne kalter der Nacht sollten ihr solchen aus fremden Lilienkelchen zutragen, und wenn ihr dieser Wunsch nicht in Erfüllung geht, ist ihr Duft, ihr Nektar, ihr prangendes Blütenkleid vergebens verschwendet: ohne Frucht welkt sie schließlich dahin.

Farbe und Duft, die beiden nektarverheißenden Sugamittel der Blüte für die Honigliebhaber, sind sehr ungleich in der Blumenwelt verteilt, und Selig Plateau, ein hervorragender französischer Botaniker, glaubte auf Grund seiner Untersuchungen sogar, eine Wirkung der Farbe auf die Insekten verneinen zu können. Auch andere Blütenbiologen, wie Darwin und Delapino, sprachen sich über den Wert der Blütenfarben als Lockmittel sehr zurückhaltend aus, so daß eine erneute Prüfung der Frage von Nutzen schien. Diese von Engen Andrae angestellte Untersuchung*) zeigte, daß fliegende Insekten vor allem von der Farbe, nicht nur natürlicher, sondern auch künstlicher, ja sogar gemalter Blüten angezogen werden und die Farbe nicht nur zufällig wahrnehmen, sondern direkt befliegen. Jedoch reagieren nicht alle fliegenden Insekten in gleicher Weise auf die Farbe; es lassen sich nach ihrer Reizbarkeit biologisch (nicht systematisch) höherstehende von biologisch rückständigeren unterscheiden. Den ersteren sind hauptsächlich die mannigfachen Gesamtblütenstände und Einzelblumen mit Kontrastfarben angepasst, zu deren Ausnützung sie durch einen andauernden direkten Flug, durch verhältnismäßig lange Lebensdauer und scharfen Gesichtssinn befähigt sind. Die anderen stark duftenden Blumen ohne Kontrastfarben, also von geringerer Auffälligkeit, haben vorwiegend die Aufgabe, die durch kurzen Flug, kurze Lebensdauer im Endstadium, geringes Seh-, aber hohes Geruchsvermögen ausgezeichneten biologisch niederen Insekten anzulocken; letztere nehmen die Farben zwar auch, aber nur aus nächster Nähe, wahr, erstere dagegen steuern einem farbenprächtigen Gegenstande aus großer Entfernung in direktem und schnellem Fluge zu.

Tagesblumen prangen deshalb im allgemeinen in anfallenden und mannigfachen Farben, Nachtblüten zeichnen sich durch matte Färbung, aber starken Duft aus. Ist ein durchdringender Duft bei Tagblühern vorhanden, so dient er höchstwahrscheinlich zum Anlocken niederer Insekten. Eine Mittelsstufe zwischen Tages- und Nachtblumen bilden die im Walddämmer stehenden Waldblumen, die trotz starker Färbung oft auch stark duften, um sich an ihren perfecten Standort leichter wahrnehmbar zu machen.

Ein hübsches Beispiel für die wechselseitige Abhängigkeit von Farbe und Insektenflug liefern die Verguelen. Infolge der zahlreichen auf dieser Insektengruppe auftretenden Stürme haben sich dort nur die Insekten erhalten können, die eine laufende Lebensweise angenommen haben; die anderen wurden beim Fliegen vom Winde in die See geworfen. Durch Nichtiggebrauch verkümmerten ihre Flügel, sie vermochten nicht mehr, sich in die Luft zu erheben und nach den bunten „flaggen“ oder „Wirtshaus-schildern“ auszufliegen, und infolgedessen hat auch die Größe des bunten Blüten Schauapparates abgenommen. Den rudimentär werdenden Flügeln entsprechen die langsam schwindenden Korallen.

Das Wirtshaus mit dem vielerheißenden Schilde spendet den Gästen Pollen und Honig. Ersterer, die ursprüngliche Gabe, ist bisher in vielen Fällen auch die einzige geblieben, und selbst wo Honig vorhanden ist, liegt er häufig ungenutzt verstreut, nicht nur in entlegenen und schwer erreichbaren Nektarien, sondern manchmal sogar im Innern der Blütenorgane, so daß das anfliegende Insekt den Nektartröpf erst durch einen Stich mit dem Rüssel öffnen muß, bevor es ihn ausnützen kann. Diese haushalterischen Blüten gelten gewöhnlich als Pollenblumen, d. h. honiglos, oder als auf Verbreitung des Blütenstaubes durch Wind angewiesene Anemophile (Windblütler). Daß sie es in vielen Fällen nicht sind, hat an einer ganzen Anzahl von Blüten aus der heimischen Flora kürzlich Dr. Robert Stäger nachgewiesen.*)

Den Nachweis des Nektars oder eines zuckerführenden Gewebes in der Blüte erbringt man durch Einlegen der ganzen Blüte während circa 24 Stunden in eine alkalische Kupferlösung, das fehlende Zucker-Reagens, nachheriges Kochen der Lösung samt den Blüten und sofortiges Auswaschen derselben in kaltem Wasser. Dann verrät sich etwa vorhandener Zucker fast unfehlbar durch Ausscheidung von rotem Kupferoxyd (Cu_2O) bzw. Indigo; denn die fehlende Lösung scheidet, mit Traubenzucker gekocht, rotes Cu_2O ab.

Auf diesem Wege gelang es Dr. Stäger, bei einer ganzen Anzahl bisher als Pollenblumen erkannter Blüten honighaltiges Gewebe nachzuweisen. Das Schlüsselkraut freilich ist und bleibt ein Pollenblütler. Das gemeine Sonnenröschen dagegen, an dem schon saugende Schmetterlinge beobachtet wurden, mag im Blütenboden und den benachbarten Blütenteilen entschiedenen Zucker führen, ebenso das von Schmetterlingen angebohrte, bisher als ausgemachte Pollenblume geltende Harten oder Johanniskraut. Das zierliche Sumpfhierblatt täuscht mit den Drüsentöpfchen seiner falschen Staubblätter oder „Saffmaschinen“ (Staminodien) den Besuchern nicht nur reichlichen Honig vor, weshalb Herm. Müller es als Insekten-

*) Beilage zum Bot. Zentralblatt, Bd. XV, S. 427.

*) Beilage zum Bot. Zentralblatt, Bd. XII, Heft 1.

täuschblume bezeichnete; die Blüte hält vielmehr auch, was sie verspricht, sie hat wirklich Nektar, gleich ihren Verwandten, den übrigen Steinbruchgewächsen, und zwar in den Köpfchen der Stamindien. Der schwarze Nachtschatten, das Urbild einer Pollenblüte, muß auch fernerhin dafür gelten, während das schönere Bittersüß (*Solanum dulcamara*), dessen Besucherliste bedeutend größer ist als die des Nachtschattens, diese Bevorzugung durch zuckerhaltiges Gewebe des Blütenbodens auch verdient. Feldmohn und Alpenmohn sind im Falle der Not wohl imstande, ihren Besuchern außer Pollen auch ihren eingeschlossenen „Saft“ darzubieten. In den Saftblumen zählen ferner Tausendgüldenraut und Friedlos (*Lysimachia vulgaris*), ferner die „Kenslerblüte“ des persischen Alpenveilchens, dessen Blütenboden, mit einer Nadel angestochen, sogar ein feines Tröpfchen hervortreten läßt. Etwas ärmer an Zuckerkraut ist das europäische Alpenveilchen und das stark duftende echte Mädesüß (*Spiraea ulmaria*).

Nicht nur bei diesen zum Teil für reine Pollenblüten gehaltenen Blumen, sondern auch bei mehreren Windblütlern, teils Übergangspflanzen aus den Gänsefußgewächsen und Wegerichgewächsen (*Chenopodiaceen* und *Plantaginaceen*), teils Grasblüten, gelang es, Spuren von Zucker zu entdecken. „Ich bin überzeugt“, schließt Dr. Stäger, „daß eine ganze Reihe von Insekten die Grasblüten nicht hin und wieder, sondern mit großer Konstanz und in großer Anzahl besucht, und daß sie vielleicht doch in der Befruchtung der Windblütlern, speziell bei den Gramineen, eine weit größere Rolle zu spielen beabsichtigen.“ Die Windbefruchtung bleibt jedenfalls das Hauptmoment, wenn aber diese zeitweise ausbleibt, so mag die Insektenbefruchtung in ihre Rechte treten. — Es ist allen Entomologen und Blütenbiologen bekannt, daß die Insekten verschwinden, sobald windiges Wetter herrscht. Läßt der Wind nach, so stellen sich bald die geflügelten Gäste ein. So greift ein Rad in das andere bei der Bestäubung der Grasblüte, deren Antheren und Narben nicht selten zuckerhaltig sind.

Den zur Herbeiführung der Fremdbestäubung dienenden Mitteln steht eine Reihe von Vorkehrungen zur Verhinderung der Selbstbestäubung oder der Selbstbefruchtung gegenüber. Darwin wies an der Primel die als *Heterostylie*, Verschiedengriffigkeit, bezeichnete ungleiche Länge der Griffel und Staubfäden als eine solche Einrichtung nach. Die Schlüsselblumen (*Primula elatior* und *officinalis*) besitzen auf verschiedenen Stöcken Blüten einerseits mit langem Griffel und unterhalb der Narbe in der Mitte der Kronenröhre angehefteten Staubgefäßen, andererseits mit kurzem Griffel und ganz oben am Eingange der Blütenkrone röhre angewachsenen Staubblättern. Die langgriffeligen Blüten sind mit Pollen aus derselben Blütenform, die kurzgriffeligen mit solchen aus ihrer Form unfruchtbar, wegen sie sich mit dem der langgriffeligen leicht befruchten. Ähnlich verhält es sich mit der Wasserprimel (*Hottonia palustris*), dem Lungenkraut, verschiedenen Arten des Lein, dem Weidenrich (*Lythrum salicaria*), dessen

Blüten sogar drei verschiedengriffelige Formen besitzen, und dem Buchweizen. Bei diesem gelang Darwin der Nachweis, daß jede Form nur bei Bestäubung mit dem Pollen der anderen völlig fruchtbar ist, nicht in gleichem Maße wie bei den übrigen heterostylen Blüten. Deshalb hat jüngst Pierre-Paul Nictet auf einem Versuchsfelde bei Fontainebleau neue Experimente angestellt.

Um die Blüten vor der Bestäubung durch Insekten und der Pollenzufuhr durch Wind zu bewahren, kühlte man die Pflanzen vor dem Aufspringen der Blüten in große Säcke aus feiner Gaze. Einen Teil der aufgesprungenen Blüten ließ man unberührt, ein anderer wurde auf vier verschiedene Arten bestäubt, nämlich teils mit Pollen derselben Blüte (1), teils mit Pollen einer Blüte derselben — lang- oder kurzgriffeligen — Form desselben Stockes (2), teils mit Pollen einer Blüte derselben Form, aber verschiedenen Stockes (3), und endlich mit Pollen einer Blüte der anderen Form und damit natürlich auch eines anderen Stockes; denn derselbe Stock trägt nur Blüten einer Form (4).

Es ergab sich, daß die auf die erste und zweite Art bestäubten Blüten völlig unfruchtbar blieben. Die dritte Art der Bestäubung war in wenigen Fällen erfolgreich, bei der vierten aber, der legitimen Kreuzung, waren die Pflanzen sehr fruchtbar, so wohl im Juli wie im September. Von der langgriffeligen Form wurden (mit der kurzgriffeligen) auf 100 bestäubte Blüten 95 Früchte, von der kurzgriffeligen auf 100 bestäubte Blüten 76 Früchte gewonnen. Damit ist Darwins Theorie über die heterostylen Pflanzen auch am Buchweizen bestätigt.

In den nach Blütenbildung und Befruchtungswiese interessanten Pflanzen gehören die Orchideen, die Koketten und Lannenbasten des Pflanzengereichs. Aber sie erhalten wir in der Arbeit „Ermittlung über die Orchideen in Eisenachs Umgebung“ von Dr. A. Biedner*) zahlreiche in zwei Jahrzehnten gemachte Beobachtungen, aus denen hier nur einiges mitgeteilt sei.

In einem Bastard zwischen dem purpurreoten und dem helmförmigen Knabenkraut (*Orchis fusca* Jacq. und *O. galeata* Poir.), der *Orchis hybrida*, glaubt Biedner die Anfänge zur Bildung einer neuen Art zu sehen. *O. hybrida* fällt dem geübten Auge nicht nur durch die oft beträchtliche Länge der Blütenröhren, sondern auch durch die prachtvolle Färbung der Blüten auf, bei denen sich das Purpurbraun der ersten und das Violett der zweiten Art zu dem schönsten Rosa-rot vermischen haben. Solche Exemplare stehen an Schönheit tropischen Orchideen sicher nicht nach, und es ist zu verwundern, daß sie nicht schon längst die Aufmerksamkeit der Gärtner auf sich gezogen haben. Ihre Kultur mag allerdings schwierig sein.

Durch außerordentlich großen Formreichtum und einzelne weißblühende Exemplare zeichnet sich in Eisenachs Umgebung das breitblättrige Knabenkraut aus. Weißblühige Pflanzen zeigten sich auch beim gemeinen, gefleckten und männlichen Knabenkraut. Bei der *Holunder-Orchis*,

*) Zeitschr. für Naturwiss., Stuttgart, Bd. 76 (1903), Heft 6.

die in der Umgebung der Wartburg vereinzelt, aber nicht jedes Jahr, auftritt, konnte Dr. Bliedner den Holunderduft beim besten Willen nicht wahrnehmen. Vielleicht ist er nachts stärker. Wie so manche andere Orchidee spottet die fliegenartige Höswurze (*Gymnadenia conopsea* R. Br.) hinsichtlich des Gehaltenreichtums der einzelnen Blütenteile und der Blätter einer festen Umgrenzung.

Eine Eigentümlichkeit mancher Orchideen ist einerseits ihr zahlreiches Auftreten in einzelnen Jahren, andererseits das jahrelange Ausbleiben oberirdischer blühender Teile. *Ophrys muscifera*, die fliegenähnliche Frauenträne, erscheint in „Orchideenjahren“ auf gewissen Stellen der thüringischen Kalkberge, z. B. bei Treuburg, oft in unzählbarer Menge und stattlicher Größe. Die in den letzten 50 Jahren nicht mehr in der Gegend beobachtete spinnenähnliche Frauenträne wurde von Bliedner vor fünf Jahren bei Treuburg auf einem etwa 50 Quadratmeter haltenden Plätschen unter Kiefern und Haselbüschen wieder entdeckt. Ihr insektartiges Vorkommen hier ist ebenso wenig zu erklären, wie sich die Frage beantworten läßt, weshalb die Pflanze, die sich an der betreffenden Stelle lange Zeiträume hindurch ungestört befand, sich nicht weiterverbreitet. *Cephalanthera rubra* wird am Hirsfelberge über 50 Zentimeter hoch. Bliedner nennt seine deutsche Bezeichnung „rotes Waldböglein“ oder Waldböglein schlechthin eines der zahlreichen Beispiele, in denen der deutsche Volksgeist seine scharfe und zugleich sinnige Auffassung der Natur bewiesen hat.

Den blattlosen Widerbart (*Epipogon aphyllus* Sw.) erhielt Bliedner vor etwa 10 Jahren aus der Nähe von Winterstein, konnte ihn aber trotz mehrfacher Besuche des Standortes nicht selbst auffinden. Von anderen Beobachtern wird berichtet, daß die Zwischenräume zwischen seinem Auftreten bis zu 50 Jahren betragen haben. Diese Orchidee hat sozusagen ihre Mücken. „Das Aufstehen dieser merkwürdigen Pflanze“, sagt der Orchideenkennner Schulze, „bereitet große Freude, zumal ihr oberirdischer, blütentragender Teil zuweilen jahres-, ja nicht selten jahrzehntelang ausbleibt und sie deshalb an den meisten ihrer bekannten Standorte vergebens gesucht wird.“

Manche Orchideen werden durch Veränderung der Lebensbedingungen, z. B. durch Verwandeln ihres Standortes in Ackerland oder Forst, zum Verschwinden gebracht, obwohl einzelne, z. B. die sehr fein und angenehm duftende Herbst-Wendelorchidee (*Spiranthes autumnalis*), beschränkter Wanderungen fähig zu sein scheinen. Andere werden durch den Unverstand der Menge mit Stumpf und Stiel ausgerottet, wie z. B. für die Umgebung Eisenachs der niedliche Frauenschuh, von dem noch vor 15 Jahren die Marktwiber ganze Körbe voll mit Wurzeln zur Stadt schleppten. Deshalb sucht man ihn auch heute in der Gegend vergeblich.

Ein Gegenstück der nicht einmal zur ordnungsmäßigen Zeit immer in Blüte tretenden Orchideen bilden die Pflanzen, welche ihr Hochzeitskleid nicht nur einmal, sondern bisweilen sogar zweimal jährlich anlegen. Das Volk hat das Phänomen der zweiten Blüte, so auffällig war es ihm, sagen-

oder legendenhaft ausgeschmückt und erzählt von Bäumen und Sträuchern, die zu ganz ungewöhnlicher Zeit, z. B. in der Christnacht, plötzlich zu blühen beginnen. Auf die Ursachen der zweiten Blüte werfen die folgenden, kürzlich beobachteten Fälle einiges Licht.

Fast in jedem Jahre läßt sich, bald vereinzelt, bald über größere Gebiete verbreitet, die Erscheinung beobachten, daß Bäume und Sträucher sich aufs neue mit Blättern und Blüten schmücken. Günstige Temperaturbedingungen bringen die neuen Blütenknospen, die bei manchen Holzgewächsen, z. B. den Obstäumen, der Kastanie, schon im August fertig angelegt sind, noch im September und Oktober zur Entfaltung, während sie unter normalen Verhältnissen erst im nächsten Frühjahr erwachen würden.

Nicht Sonnenwärme, sondern ein gewaltiger Brand war es, der eine Anzahl von Birn- und Apfelbäumen in der Nähe von Châlons zum Ausblühen gebracht hatte. Am 2. September 1905 brach in Champsée-sur-Marne ein Feuer aus, das ein ganzes Viertel des Dorfes in Asche legte. Das Feuer wurde durch einen großen Obstkarten am Fortschreiten verhindert. Unmittelbar hinter den vom Feuer zerstörten Gebäuden waren zwei Reihen von Bäumen bis auf die letzte Spur verbrannt. Die drei folgenden Reihen waren ganz oder größtenteils versengt und getötet, an der sechsten Reihe aber trat trotz erster Stadien eine zweite Blüte auf. Die Knospen begannen schon Ende September sich zu öffnen; am 24. Oktober waren vier Apfelbäume völlig mit Blüten bedeckt, während andere, weniger der Hitze des Brandes ausgesetzte Bäume nur einige Blüten zeigten. Die mit Blüten bedeckten haben einige Zweige, die so weit versengt sind, daß ihre Zerstörung sicher ist; man kann bei ihnen an demselben Zweige verbrannte und neue grüne Blätter mit Blüten sehen. Nach einer anderen Richtung machte das Feuer in nächster Nähe von Kliederstrüchern (*Syringa*) halt, und auch sie haben sich völlig mit Blüten bedeckt, einige Pflaumenbäume trugen ebenfalls ziemlich viele Blüten.

Allem Anschein nach ist die Entwicklung der Knospen hier durch Wärme hervorgerufen, eine Wirkung, die auch beim künstlichen Treiben der Blüten zur Geltung kommt. Aber während hierbei die Wärme gelinde und langandauernd wirkt, trat sie in unserem Falle plötzlich, mit größerer Stärke und in ganz kurzer Dauer auf; denn der am 12^{1/2} Uhr begonnene Brand war etwa um 4 Uhr zu Ende. Herr Jolly, der in einer Sitzung der Pariser Société de Biologie unter Vorlegung blühender Birn- und Apfelbaumzweige über die Erscheinung sprach, vermutet, daß nicht nur die große Hitze, sondern auch der mehrfach erwiesene austrocknende Einfluß der Wärme auf fernnelde (geschlechtliche) Organe hier im Spiele ist. Gärtner verwenden deshalb bei gewissen Treibeverfahren das Austrocknen als Vorbereitung.

Auf einen anderen möglichen Grund dieser Herbstblüte verwies ein anderes Mitglied der Gesellschaft, das folgende Beobachtung gemacht hatte. In den letzten Tagen des Oktober 1900 fand er in Terrides (Dep. Carn-et-Marne) eine ganze Kliederhecke in Blüte. Die Sträucher hatten ganz das Aussehen wie im April; sie waren mit zartgrünen

Blättchen und weißen Blütentrauben bedeckt, während eine 100 Meter entfernt stehende Kliederhecke nichts der Art zeigte. Was war die Ursache? Die Wärme, die auf beide Gruppen gleichmäßig hätte wirken müssen, konnte es hier nicht sein. Der Beobachter erfuhr, daß die blühenden Sträucher einige Monate früher von einem Schwarm von *Lanthariden* (Blasenkäfer, spanische Fliegen), die sich auf ihnen niedergelassen hatten, ihrer Blätter völlig beraubt worden waren. Im Jahre 1905 waren dieselben Kliedersträucher teilweise abgegriffen worden. Da aber die Mehrzahl der Blätter verschont blieb, so war nur ein vermindertes zweites Austreiben eingetreten, und nur vier Blütentrauben konnten Ende Oktober gesammelt werden. Es scheint also nicht nur starke Herbstwärme, sondern auch vorzeitige Zer-

die Pflanzen ursprünglich Hermaphroditen oder nach Geschlechtern getrennt waren, sind stützige Fragen, deren Beantwortung der Prager Botaniker *Celakovsky* vor kurzem versucht hat.*) Da auf allen Stufen des Pflanzenreiches die Sexualität zuerst in der Form des Hermaphroditismus (zwitteriger Blüten) auftritt und zahlreiche Blütenabnormitäten auch die Neigung eingeschlechtiger Pflanzen zur Zwitterbildung zeigen, so möchte *Celakovsky* die hermaphroditische Form für die dem Pflanzenreich ursprüngliche halten. Ein Prozeß der Vervollkommnung, bestehend in dem Verkömmern bald der männlichen, bald der weiblichen Sexualorgane, schuf Pflanzen, die anfangs beide Geschlechter noch auf einem Stöck, aber in verschiedenen Blüten vereinigten, und dieser Monözismus (Einhäufigkeit) führte



Tonate und Varietät.

förderung der Blätter die zweite Blüte hervorrufen zu können.)*

Das Sexualproblem in der Pflanzenwelt.

Angeichts des ausgeprägten Strebens in der Pflanzenwelt, die Befruchtung mit Pollen der eigenen Blüte zu vermeiden und Fremdbefruchtung herbeizuführen, scheint die Vermutung nicht unberechtigt, daß die herrlich prangenden, Staub- und Fruchtblätter in einer Blüte vereinigenden Gewächse nicht den höchsten Typus pflanzlichen Lebens darstellen, daß wir diesen höchsten Typus vielmehr in den Pflanzen ausgeprägt finden, deren Staubblätter und Fruchtblätter auf verschiedene Individuen verteilt sind, also nicht in den hermaphroditischen, sondern in den zweihäufigen (diözischen) Gewächsen. Eine Brücke zwischen diesen beiden Typen schlagen die einhäufigen, welche männliche und weibliche Organe auf einem Stöck, aber in verschiedenen Blüten ausbilden. Wie diese Trennung der Geschlechter im Pflanzenreich zu stande kommt, ob überhaupt

endlich zur Trennung auch in den Individuen (Diözismus, Zweihäufigkeit). Die zweihäufigen Pflanzen, Pappeln, Hanf, Hopfen, Weiden, Wachholder, Eibe u. a. stellen also die vollkommensten Typen der Pflanzenwelt dar. Sie können am besten ihren Charakter wahrhaben, da sie durch wechselseitige Befruchtung die individuellen, etwa schädlichen Eigenschaften stets wieder auszugleichen vermögen. Und darin eben liegt nach *Celakovsky* der Zweck, den die Natur durch den komplizierten und mannigfaltigen Apparat der geschlechtlichen Fortpflanzung anzustreben scheint.

Die oft erörterte Frage, ob auch die Nahrung von Einfluß auf die Ausprägung des Geschlechtes ist, hat der französische E. Lamerant durch Versuche mit drei zweihäufigen Arten, dem Spinat, dem Hanf und dem Ringelkraut (*Mercurialis annua*) zu entscheiden versucht.**) Er führte diesen Pflanzen verschiedene Düngersorten zu, in

*) Comptes rendus de la Soc. de Biologie, Bd. 55 (1903).

*) Über den Ursprung der Sexualität bei den Pflanzen. Abhandl. der Böhm. Akad. der Wiss. zu Prag, 12. Jahrg., Nr. 9 (1903).

**) Comptes rendus, Bd. 137 (1903), S. 689, Naturwiss. Rundschau, 19. Jahrg., Nr. 11.

denen je einer der folgenden Stoffe, Stickstoff, Kali, Phosphorsäure, Kalk oder Chlornatrium, vorherrscht.

Bei Hanf und Binkelraut ließ sich kein entscheidender Einfluß der Ernährung auf die Zahl der männlichen und der weiblichen Stöcke erkennen. Anders beim Spinat, besonders bei einer bestimmten Varietät, dem holländischen Spinat. Dessen Aussaaten ergaben neben den zweihäufigen eine gewisse Anzahl einhäufiger Pflanzen, deren Hauptstamm meistens weibliche Blüten trug, während an den

Zeit, also zum Normalen, über, indem sie vorwiegend aus männlichen, daneben zu ungefähr gleichen Teilen aus weiblichen und wiederum einhäufigen Stöcken bestand. Da auch die meisten einhäufigen Pflanzen mehr männliche als weibliche Blüten trugen, so glaubt Laurent sie als männliche Pflanzen, bei denen eine gewisse Anzahl von Blüten weiblich wird, ansehen zu müssen. Was für eine Bedeutung diese als Rückschlag oder Atavismus anzuzeigende Erscheinung für die Pflanze hat, läßt sich wohl kaum angeben.

Eine sehr eigentümliche Erscheinung, die hier Erwähnung verdient, ist es, daß einzelne Pflanzenarten, besonders aus der Familie der Korbblütler (einige *Alechemilla*-Arten, *Antennaria alpina*, das Alpen-Ruhrkraut), eine Wiesenraute (*Thalictrum purpurascens*), aus der Eizelle einen Keim oder Embryo ohne vorhergehende Befruchtung entwickeln können. Nach den Untersuchungen zweier schwedischer Botaniker verhält sich auch der Löwenzahn, ebenso einige Habichtskraut-Arten dementsprechend. Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß die oberen Hälften der noch nicht geöffneten Blütenköpfe mittels eines Nadelmessers abgeschnitten wurden, so daß die Staubbeutel, die Narben und der größte Teil der Blumenkrone entfernt wurden. Natürlich wurde auch der Zutritt des Blütenstaubes unversehrt Blütenkörbe sorglich verhütet. Die am frühesten verschnittene Art (*Hieracium hyparcticum* Alm.) hatte 1905 schon neue Pflanzen hervorgebracht.

Daß das in der ganzen Welt der Blütenpflanzen geltende Prinzip der sexuellen Befruchtung in diesen Fällen einfach umgangen wird, erscheint ebenso befremdend und rätselhaft wie die von Du Roi unter dem Namen Mutation nachgewiesene sprungweise Entstehung neuer Arten, für welche wieder einige neue Beispiele vorliegen (vergl. Jahrb. I, S. 145, II, S. 182). Eine dieser neuen Mutationen, eine hübsche Löwenmaulart, entstand als gefüllte Form vor mehreren Jahren plötzlich in den Löwenmaulkulturen der weltberühmten Erfurter Gärtnereien und ist seitdem als formbeständiges neues Mitglied unserer Flora unter dem Namen *Antirrhinum majus* Peloria in den Handel gebracht.

Der zweite Fall betrifft eine in Nordamerika plötzlich entstandene Varietät der gewöhnlichen Tomate (*Lycopersicon esculentum*), die Dr. A. White seit 1900 in Kultur hält und als Rückschlagsmutation deutet. Die neue Art unterscheidet sich von der gewöhnlichen Form in auffälliger Weise durch zierlicheres Gesamtaussehen, abweichende Form und Größe der Blätter. Die Mutation scheint gegenwärtig in Nordamerika sehr häufig aufzutreten,



Seitenzweigen männliche vorherrschen. Auch fanden sich Stöcke mit nur wenig männlichen und reichlichen weiblichen Blüten. Der Einfluß der Nahrung machte sich nun folgendermaßen bemerkbar:

Ein Überschuß von Stickstoff- oder Kalldünger ergab mehr männliche Stöcke, Kali und Phosphorsäure vermehrte die Zahl der weiblichen. Samen von Pflanzen, die mit Stickstoffüberschuß kultiviert waren, erzeugten weniger männliche und mehr weibliche Stöcke und unter den einhäufigen Individuen eine größere Zahl weiblicher Blüten. Dagegen wirkt ein Überschuß an Kali, Phosphorsäure oder Kalk dahin, daß die Samen mehr männliche Stöcke unter den diözischen und mehr männliche Blüten unter den monözischen Individuen liefern. So scheint sich also auch hier die alte Erfahrung zu bestätigen, daß ein Überschuß von männlichen oder weiblichen Erzeugten in einer Generation durch einen Überschuß des entgegengesetzten Geschlechtes in der folgenden wieder wettgemacht wird.

Die Nachkommenschaft der einhäufigen Pflanzen ging zum großen Teil wieder zur Zweihäufig-

dem Dr. White erhielt binnen zwei Jahren aus New-York, Pennsylvania und Cuba Belegexemplare derselben von Praktikern zugesandt. In dem Versuchsgarten zu Washington zeigt die neue Art keine Neigung zur Variation, sondern bewahrt durchaus die Eigenschaften der Mutterpflanzen und ist vollkommen samenbeständig. Im Gegensatz zu anderen sprunghaft entstandenen Varietäten, die häufig schwächlich und sehr empfindlich sind, gedeihen diese Pflanzen bei fortgesetztem Versuch noch im Jahre 1904 üppig und tragen reichlich Früchte.

De Vries hat sein großes Werk über die Mutationslehre mit dem III. Bande, der sich besonders mit der Bastardierung im Verhältnis zur Artentstehung beschäftigt, abgeschlossen. Leider verbietet sich hier schon aus Raumrücksicht ein Eingehen auf die großartige Arbeit, deren letzten Teil der Verfasser selbst im Biolog. Zentralblatt (1904, Heft 5—8) in gedrängter Kürze dargestellt hat.

Wehr und Waffen.

Als die ein umgekehrtes Tatsachenmaterial zusammenfassenden und ordnenden Arbeiten Ch. Darwins die Zweckmäßigkeit vieler bisher unbekannter oder unverständlicher Einrichtungen und Organe im Reiche der Lebewesen in helles Licht setzten, waren die Forscher, welche die von dem großen Briten entwurten Fäden aufnahmen und weiterspannen, zunächst geneigt, in manchen Fällen zu übertreiben und hinter den Organismen mehr zu suchen, als sie in Wirklichkeit enthalten. Da konnte es nicht ausbleiben, daß einerseits die Gegner über Mißgriffe darwinistischer Gelehrter triumphierten, anderseits letztere selbst sich genötigt sahen, manches von ihrem Meißel oder ihnen selbst als zweckmäßig Proklamirte später wieder zurückzunehmen.

Ein interessantes Beispiel für den Wechsel der Anschauungen über die Zweckmäßigkeit und den Nutzen eines Organs liefern die „Tröge“ und Drüsenhaare der wilden Karde (*Dipsacus sylvestris*). Diese, der noch bekannteren Weibkarde (*D. fullonum*) ziemlich ähnliche Pflanze bildet bis über die Mitte des Stammes durch Verwachsung des Stengelgrundes ihrer gegenüberstehenden Blätter tiefe Tröge, in denen sich Regenwasser ansammelt. In Südrankreich nennt man diese kleinen Wasserbecken recht poetisch „cabalets des oiseaux“ und „fontaines de Venus“ und verwendet das in ihnen enthaltene Wasser als Heilmittel gegen Augenkrankheiten und andere Gebrechen, wahrscheinlich nicht zum Vorteil der damit behandelten Organe; denn in der Flüssigkeit finden sich nicht nur Schleim, lebende Vädertierchen, Infusorien, Bakterien und Pilze, sondern auch ertrunkene Insekten mit ihren Ferkelprodukten, sowie Staubteilchen und manchmal recht scharfkantige Gesteinstrümmer.

Das einmal in den Trögen gesammelte Wasser hält sich selbst bei trockenem Wetter lange Zeit. Erst nach Wochen anhaltenden Regenmangels trocknen die Becken bis auf den Grund aus, was angesichts der nicht sehr bedeutenden Wassermenge immerhin wunderbar erscheint. Gut ausgebildete Exemplare fassen in ihren Trögen zusammen bis 1 Liter Wasser. Die Blätter folgen vom Boden aus

anfangs dicht, nach oben hin in immer größeren Abständen; die obersten bilden keine Tröge mehr.

Der durch sein prachtvolles „Pflanzenleben“ weitbekannte österreichische Botaniker N. Kerner sah den Sinn der Einrichtung darin, daß durch die Wasseransammlung in den Trögen friedende Insekten von dem Besuche der Blüten abgehalten würden. Der Pflanze könnten nur aufsteigende, eine Fremdbestäubung vermittelnde Besucher willkommen sein. Die in den Becken und auf anderen Teilen der Blätter vorhandenen Drüsen entgingen ihm damals, und er zog sie bei seiner Erklärung nicht in Betracht. Mit ihnen beschäftigte sich Francis Darwin, der jüngere Sohn von Charles Darwin. Er vermutete, daß diese Drüsenhärdchen der Nahrungsaufnahme der Pflanze dienen, so daß also die Pflanze wie der Sonnentau, das Getreide u. a. gewissermaßen zu den „insektenfressenden“, besser gesagt fleischverdauenden gehöre. Die genaue Fählung der Drüsen eines etwa 20 Zentimeter langen, in der Mitte 5 Zentimeter breiten Blattes ergab für den Becher etwa 4500, für die Blattoberseite ungefähr ebenso viele und für die Unterseite gegen 1000 Drüsen. Daß eine solche Menge merkwürdig gebaut und eigenümlich funktionierender Organe einem wichtigen Zwecke dienen müßte, liege auf der Hand.

Dennoch erwiesen sich nach einer eingehenden Untersuchung R. Rostk's*) sowohl die Erklärungen Kerner's als Fr. Darwin's wie auch anderer Forscher als unzureichend. Nach ihm stellt das Regenwasser in den Trögen weniger ein Schutzmittel der Blüten als einen Schutz der Blätter dar, welche durch die Stacheln ihrer Stengel und Rippen gegen größere Pflanzentresser, z. B. Hasen und Weidevieh, zwar ausreichend geschützt, aufstreichenden Schnecken und Raupen dagegen wehrlos ausgeliefert sind, wenn nicht ihre Becken die unberufenen Gäste abhalten und unschädlich machen. Gelingt es diesen kleinen Feinden, vermittels einer durch andere Pflanzen zwischen der Erde und dem Kardeblatt geschlagenen Brücke das letztere zu erstürmen, so wird es gründlich zerfressen, wie Rostk mehrfach beobachtete. Der Standort der Karde, gewöhnlich in Gesellschaft wegsamer Pflanzen an Wiesen und Waldrändern, macht den Schutz durch die Wassertröge besonders wünschenswert. Daß den Blüten dieser Schutz ebenfalls zu gute kommt, ist gewiß; daß er jedoch nicht für sie allein oder vorwiegend berechnet ist, ergibt sich schon daraus, daß der Apparat der Drüsen, der für die Wassertröge eine große Rolle spielt, gerade zu Anfang des Wachstums der Pflanze in Tätigkeit tritt und zur Zeit der Blütenentwicklung schon in Verfall gerät.

Diese Drüsen nun sind höchst merkwürdige Organe. Daß sie nicht, wie die Drüsen des Sonnentaus, verdauende Säfte absondern, konnte R. Rostk bald feststellen. Er sah, daß eine solche Drüse, sobald sie mit Wasser in Berührung kam, aus ihrem Scheitel drei äußerst dünne Fäden und einen starken Faden ausstieß, die sich alle schnell verlängerten. Nach zwei Minuten rollten sich die dünnen Fäden zusammen und bildeten eine gleichartige Masse, und

*) Über die biologische Bedeutung der Drüsenhaare von *Dipsacus sylvestris*. Botanische Zeitung, 62. Jahrg. (1904), 1. Abt., Heft 1.

auch der starke Saften schloß sich nach einiger Zeit zu einer stark lichtbrechenden Kugel zusammen. Damit ist die schon kurz vor der Entfaltung der Tröge beginnende Tätigkeit der Drüsenhaare keineswegs erschöpft. Sie vermögen diese Säfte zu wiederholten Malen auszuschießen. Durch das Regenwasser abgespült, gelangen die Absonderungen der Blatttröge in die Blattröge, wo sie die Wirkung des Schleims der dort befindlichen Drüsenhaare verstärken. Und welches ist nun diese Wirkung?

Nach Rostok keine andere, als daß durch den Zusatz des Drüsensekrets zu der Regenflüssigkeit die Verdunstung des letzteren sehr verlangsamt wird. Er ermittelte das sowohl durch Beobachtungen im freien wie durch Versuche. Von einem Glasschälchen verschwand ein Tropfen reinen Wassers durch Verdunstung nach 50 Minuten, ein Tropfen Trögflüssigkeit nach 150. Je mehr von dem Wasser verdunstet, desto dicker wird der Rückstand im Tröge, desto energischer wird das noch vorhandene Wasser zurückgehalten. So erklärt sich die schon von Kerner bewunderte Halbarkeit der Beckenflüssigkeit, deren Verdunstungsabgang nach seiner Meinung immer wieder durch den Tau ersetzt würde, der auf der Blattspitze herunterläuft.

Das Ergebnis, zu dem R. Rostok durch seine Untersuchungen kommt, ist folgendes: Die schwingenden Drüsenfäden in den Becken der Karde nehmen feine Nahrungstoffe aus dem Wasser der Becken auf, wie Kr. Darwin vermutete. Sie ballen sich vielmehr zu Massen zusammen, welche durch die Erschütterungen, die das Regenwasser verursacht, losgelöst werden und die Verdunstung des Beckenwassers verzögern. Auch dieses Wasser selbst wird von den Pflanzen nicht aufgenommen, sondern bildet nur eine Absperrung der Blätter gegen Schnecken und Raupen. Die Zerfallsprodukte der in dem Beckenwasser umkommenden Insekten können der Pflanze nur dadurch zu statten kommen, daß sie bei stärkerem Regen durch das überlaufende Wasser den Wurzeln zugeführt werden.

Das ist zwar im ganzen etwas weniger wunderbar, als man anfänglich annahm, aber immerhin doch noch von erstaunlicher und überzeugender Zweckmäßigkeit.

„Heiße und Zuckerbrot“ vereinigt manche Pflanze, indem sie neben drehenden Mitteln zur Abhaltung ungebeter und schädlicher Gäste aus ihrer Blütenregion dem Strom der lästigen Besucher durch Anbringung süßer Lockmittel an Blättern und Zweigen eine andere Richtung zu geben versucht. Die außerhalb der Blüten befindlichen Honigdrüsen bilden namentlich für die Ameisen ein Zugmittel ersten Ranges, und viele Gewächse haben sich auf diese Weise oder durch Darbieten ähnlicher Genüsse, z. B. eiweiß- und ölricher Drüsen und Knöllchen, in den wehrhaften Gefellen eine förmliche Leibgarde erzogen, die in manchen Fällen außer der Kost auch noch Wohnung bei ihren Gastgebern findet. Der Gegendienst der Ameisen besteht in der Fernhaltung solcher Gattungsgenossen, die den Pflanzen durch Abschneiden der Blätter verhängnisvoll werden, der sog. Blattschneiderameisen, oder in Vertreibung von Raupen, Käfern und ähnlichem

Gefindel, das in der Blütenregion arge Verwüstungen anzurichten pflegt.

Der Nutzen der außerhalb der Blüte auftretenden (extramptialen) Nektarien hat sich in Amerika kürzlich an einem schlagenden Beispiel erweisen lassen. In den Baumwollpflanzungen der Vereinigten Staaten richtet ein Rüsselkäfer (cotton boll weevil) durch Zerstören der Samenkapseln großen Schaden an, während er im östlichen Gnatemala, wo die Eingeborenen für ihren Bedarf kleine und wenig ergebige Baumwollpflanzen bauen, das Gedeihen dieser gar nicht beeinträchtigt. Der Käfer besitzt dort nämlich, wie O. S. Cook*) festgestellt hat, einen sehr energiegelassen Gegner in einer großen, rötlichbraunen Ameise, welche durch die Blattnektarien der Pflanze angelockt wird. Jedes Blatt trägt an der Unterseite der Mittelrippe, 1 bis 2 Zentimeter vom Grunde entfernt, ein Nektarium; auch die großen Blättchen des Hüllkelches der Blüte haben dicht am Stamme ein kreisförmiges oder ovales Nektarium, und endlich ist noch der Kelch an seiner Basis durch eine Reihe von drei Honiggrübchen bewehrt. Auch zwischen Kelch und Blumenkrone ist Honigsaft zu finden, doch beobachtete Cook keine Bienen, fliegen oder andere Insekten beim Besuche der Blüte, ausgenommen Käfer, und unter diesen neben einem kleineren schwarzen (Staphyliniden) den erwähnten Rüsselkäfer. Nur letzterem schenkt die große, braune Ameise Aufmerksamkeit, greift ihn an, sobald sie ihn trifft, ergreift ihn mit ihren großen Kiefern, macht ihn durch einen Stich wehrlos und schlepft ihn eiligst davon. Die Schnelligkeit, mit der dies alles geschieht, spricht für eine nach Bau und Instinkt speziell vorhandene Anpassung für das Vernichtungswerk. Die Indianer kennen den Käfer als Ursache der Baumwollverwüstung nicht einmal, erwarten aber keine gute Ernte, wenn nicht die Ameisen gegenwärtig sind. Mit der Ausdehnung des Baumwollbaues von Mittelamerika nach Mexiko und Texas ist auch der Schädling nordwärts gewandert, die Ameise aber ist ihm noch nicht dorthin gefolgt. Da sie sich dem Klima leicht anpassen würde, der Baumwolle keinen Schaden tut und auch dem Menschen nicht durch Bisse und Stiche lästig fällt, so könnte ihre Überführung der Agrikultur wertvolle Dienste leisten.

Es ist, wie schon bemerkt, noch ein engeres Verhältnis zwischen Pflanze und Ameise möglich, als in diesem Falle zwischen der Baumwolle und ihrer noch in Erdkellern hausenden Beschützerin ausgebildet ist. Erst wenn die Pflanze der kleinen Leibgarde außer der Kost auch Wohnung in eigenen, durch erbliche Anpassung dazu ausgebildeten Hohlräumen bietet, pflegt man dieses Zusammenleben als echte Myrmekophilie (Ameisenfreundschaft) seitens der Pflanze zu bezeichnen. Daß auch andere, noch winzigere Wesen, die gleich den Ameisen sonst gewöhnlich als Schädlinge der Flora auftreten, durch Gewährung von Wohnung zu Freunden und Schützern der gastfreundlichen Pflanzen erzogen werden, zeigt sich an folgendem Beispiel.

Manche Gewächse tragen, worauf Despinos zuerst 1886 aufmerksam machte, an der Unterseite

*) Science, Bd. 19 (1904), S. 862.

der Blätter Grübchen, die sich von den Honigbehältern an Blatt und Stiel dadurch unterscheiden, daß sie keinen Honig ausscheiden und außerdem regelmäßig von Milben bewohnt werden. Diese Milbenwohnungen bestehen nach den Untersuchungen Lundströms, der sie auf mehr als 200 Pflanzenarten aus 24 Dicotyledonenfamilien fand, aus Grübchen, aus Taschen, aus kleinen Haarbüscheln, z. B. den rostroten Härchen in den Blattrippenwinkeln an der Blattunterseite der Linde, und aus Umbiegungen des Blattrandes. Er erkannte auch schon, daß zwischen der Pflanze und den Milben ein Genossenschaftsleben bestehe, das der oben geschilderten Symbiose zwischen Pflanzen und Ameisen entspricht. Indem die Milben die Blattoberseite von den Sporen und Keimfäden kleiner Schmarogerpilze säubern, leisten sie sich und der Pflanze einen Dienst; vielleicht hat letztere einen weiteren Vorteil aus der Anwesenheit der Milben dadurch, daß sie die von diesen ausgeschiedene Kohlensäure und ihre Exkremente aufnimmt.

Eine von W. Penzig und C. Chiabrera angestellte Untersuchung tropischen Pflanzenmaterials hat ergeben, daß milbenfreundliche Pflanzen auch in den Tropen in großer Zahl vorhanden sind.*) Der Bau der Grübchen, Haarbüschelwohnungen und Taschen ist von großer Einförmigkeit, und es scheint, daß sie nicht durch spontane, ererbte Tätigkeit der Pflanze allein zu Stande kommen, sondern unter Mitwirkung der Milben entstehen; denn sehr häufig findet man an einem Exemplar einer milbenfreundlichen (acarophilen) Pflanze gewisse, im übrigen ganz normale Blätter, die keine Wohnungen tragen.

Der Nutzen dieser Symbiose muß besonders in den Tropen für die Pflanzen groß sein. In den Wäldern Brasiliens und des tropischen Asien, denen die große Mehrzahl der bis jetzt beschriebenen acarophilen Pflanzen angehört, werden die Blätter der Bäume und Sträucher oft von einer außerordentlich großen Zahl von Überpflanzen, mehr als von echten Schmarögern, heimgesucht. Algen, Pilze, Flechten und blattwohnende Moose bedecken bisweilen die ganze Oberfläche der Blätter, und sicherlich muß ihre Gegenwart, auch wenn sie keine echten Parasiten sind, also dem Blatte keine Nährstoffe entziehen, den besessenen Pflanzen schaden, besonders durch die Hemmung des Lichtzutrittes und die dadurch bewirkte Verminderung der Assimilation. Gegen solche unwillkommenen Gäste scheint die Reinigungsarbeit der Milben besonders gerichtet zu sein. Nur in drei Fällen fanden die Forscher die von Milben bewohnten Blätter dennoch mit einer dichten Kryptogamenvegetation bedeckt. Bei allen anderen Pflanzen hatten diese kleinen Sanitätspolizisten prompt und sicher gearbeitet, die Blattoberflächen waren sauber und rein, frei von Epiphyten und von Parasiten.

Die mehr äußerlichen Abwehrmittel, welche die Pflanze in Gestalt von Stacheln, Dornen, Haaren und ähnlichen Schutzorganen besitzt, werden ergänzt durch die im Innern des Pflanzentörpers befind-

lichen, nur zu besonderen Zeiten und Zwecken hervortretenden ätherischen Öle, Harze und Schleime. „Die Bedeutung der ätherischen Öle und Harze im Leben der Pflanze“ erörtert Dr. Karl Detto in einer an interessanten Einzelheiten reichen Abhandlung, während die biologische Bedeutung des Schleimes, vorwiegend allerdings des tierischen, von



Eibe von Kathol. Hemmersdorf bei Eauban.

W. Schröder in einer längeren Arbeit dargelegt wird.*)

Früher wußte die Wissenschaft mit diesen als Nebenprodukte des Stoffwechsels auftretenden, weder der Ernährung noch dem Aufbau der Pflanze dienenden Stoffen nichts anzufangen. Erst nachdem Darwin die Grundlagen der modernen Biologie geschaffen, erhielten sie als Hilfs- und Schutzmittel der Organismen im Kampfe gegen Feinde und ungünstige anorganische Lebensbedingungen die ihnen gebührende Aufmerksamkeit und Bewertung.

So erkennen wir jetzt in den Harzorganen der Nadelhölzer eine Einrichtung, welche die Konifere nach zwei Richtungen schützt, indem sie erstens verletzte Gewebe durch Wunderschluß mittels des ausfließenden Harzes vor Infektion (Ausfodung) durch parasitäre Organismen bewahrt und zweitens durch den Harzgehalt der Blätter und jungen Zweige pflanzenfressende Tiere abhält, die Pflanzen allzu sehr zu schädigen. Hirsch- und Rehwild beschädigt die Stämme durch Schäl-

*) Malpighia, Anno XVII (1903). Naturw. Rundsch., 19. Jahrg., Nr. 10.

*) C. Detto, Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III (1904). Nr. 21 u. 22; W. Schröder, Biolog. Zentralblatt, Bd. 23.

legen, besonders die Nichten, und erzeugt dadurch große Verwundungen, die, wenn sie unerschlossen verrotten, Infektion durch Schwammpilze und Einwanderung von Insekten zur Folge haben würden. Gerade die Pilze benötigen jede Gelegenheit, den Baum anzufallen. Da ist es interessant zu sehen, wie die Stümpfe ausbrechender Lüste oder die von ihnen hinterlassenen Wülder mittels Harzdurchdringung gegen Ansehung geschützt werden, z. B. gegen den solche Stellen mit Vorliebe beschallenden Eßerschwamm *Trametes pini*, der deshalb nur frische Bruchflächen infiziert. Dieser Bedeutung entsprechend ist die Zahl der Harzkanäle eine ungemein große: der Querschnitt einer 10jährigen Kiefer wie 804, der einer ausgewachsenen in mittlerer Stammhöhe an 44.000 Vertikalgänge auf.

Die Elbe allein entbehrt unter den Nadelhölzern der Fähigkeit, Harz zu bilden. Sie gerade soll sich als Beweis anführen, daß die übrigen Nadelhölzer eines Schutzes bedürfen und ihn in der Harzabsonderung besitzen; denn sie erfreut sich eines selbstvertreibenden, den Mangel der Harzgänge ausgleichenden Mittels, eines sehr giftigen Alkaloids, das sich in allen ihren Teilen, mit Ausnahme der roten, fügen Samenmäntel, der „Beeren“, findet. Vergiftungen von Kindern durch Eibenadeln sind nicht selten, Tiere meiden die Pflanze. Die Ungiftigkeit der Samenhülle dagegen liefert wiederum einen Beweis für die Theorie der Samenverbreitung durch Vögel, welche die Früchte genießen, während der ebenfalls giftige Same unverdaut den Körper verläßt. Wenn die Elbe trotz dieser sicheren und erfolgreichen Verbreitungsweise an vielen Standorten der Ausrottung entgegensteht, so ist daran vorzüglich vielleicht der Umstand schuld, daß es an den betreffenden Vögeln, zu denen vor allem wohl die großen Waldbühner, Auer-, Birk- und Haselwilde, gehören, fehlt. Zumeist aber fällt doch diese Ausrottung dem Menschen zur Last, der seit Jahrtausenden und bis heute schonungslos gegen die Elbe gewüthet hat und ihr zudem seit Jahrzehnten in der Ebene durch Erniedrigung des Grundwasserpiegels die Existenz erschwert.

Wenden wir uns nach dieser Abschweifung den ätherischen Ölen zu, deren Hauptrolle sicherlich die Abwehr pflanzenfressender Tiere ist, woneben sie freilich durch ihren Duft in den Wäldern als Lockmittel für die besuchenden Insekten von großer Wichtigkeit sind. Wir dürfen bei den Pflanzenfressern nur nicht an unsere Weidetiere denken, an die Rinder, Schafe, Ziegen, Kaninchen; mit ihnen geht es dem Laub wie mit der Weis in Rückerts reizendem Kinderliedchen: sie sieht es an und fragt nicht viel, sie frisst es ab mit Stumpf und Stiel; denn in Anpassung an diese Tiere sind die Schutzmittel größtenteils gar nicht erworben. Sie richten sich vielmehr gegen die ortsansässigen wilden Tiere, die Hirsche, Rehe, Hasen, die wilden Kinderarten, die auch Europa früher beherbergte. Seit Beginn des 18. Jahrhunderts wurde St. Helena durch die seit jener Zeit frei umherlaufenden Ziegen und Schweine allmählich entwaldet; denn gegen diese eingeführten Tiere besaßen die jungen Stämme keine Schutzmittel. Die Insel soll zwar mit Wald besanden gewesen sein, heutigentags findet sich kaum ein

Baum dort. Ebenso wirkte bei uns die Einführung fremden Wildes. Der Grunewald bei Berlin, früher mit reichem Unterholz besanden, hat seit Einführung der Damhirsche, die auf dem beschränkten Raume zeitweise zu Tausenden gehalten wurden, die gewöhnliche niedrige Waldvegetation völlig eingeblüht. Kein Strauch, kein Wacholderbusch, keine Waldbere, kein junger Baum erfreut das Auge, wegegen auf dem benachbarten Pichelswerder oder in dem Tegeler Forst, der nur heimische Wildarten aufweist, reichliches Unterholz vorhanden ist.

Das Schutzmittel der ätherischen Öle ist besonders den Kräutern zu teil geworden und erfreut sich bei ihnen fast auf alle ihre Teile, je nach deren Wichtigkeit für den Bestand der betreffenden Art. Außer den Lippenblütlern, welche mehrgliedrige Lippen drüsen tragen, sind die mit gewöhnlichen Köpfchenhaaren versehenen Storchschnäbler (Storch- und Reiherschnäbel) zu nennen, ferner Diptam und Raute mit merkwürdigen, kleinen Ölspritzen ähnelnden Entleerungsapparaten, Doldenblütler, deren auffällige, wie auf einem Präsentierteller dargebotene Früchte durch das in ihnen enthaltene Öl den Vögeln schon in geringer Zahl tödlich werden, weiter die große Abteilung der strahlenblütigen Korbblütler, wie die Kamille und viele andere. Sogar dem Menschen kann die Ausscheidung solcher Öle gelegentlich gefährlich werden. Zwei aus China stammende, bei uns kultivierte Primeln haben schon mehrfach schwere Entzündungen der Haut hervorgerufen (Pr. chinensis und obconica).

Der Schleim kann auf zweifache Weise entstehen, entweder durch Absonderung aus dem Plasma oder von der Membran der Zellen. Der vom Protoplasma ausgeschiedene Schleim gelangt durch Poren in der Zellhaut nach außen; bei den Membranschleimen wird die Zellwand teilweise oder gänzlich in Schleim umgewandelt. Die Bildung dieser letzteren Schleime kommt bei Pflanzen häufiger vor als bei Tieren. Viele Algen zeigen diese Art der Schleimbildung, und auch das Verschlimmen der Samenschalen des Leins und einer Salbeiarz beruht darauf. Unter den Meeressalgen besitzen vor allem die Tange Schleimmembranen. Bei den Liliaceen, in den Knollen der Orchideen sind schleimführende Schläuche vorhanden; bekannt ist auch der Schleim der Mistelbeeren und der Quitten.

Der Schleim besitzt halbflüssige, klebrige oder fadenziehende Beschaffenheit, erstarrt an der Luft oder beim Altwerden und wird zähe bis knorpelig (Gallerte). Er enthält stets sehr viel Wasser und sehr wenig (oft nur $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ Prozent) organische Substanz; dagegen ist er reich an anorganischen Stoffen, z. B. Schwefel und Stickstoff.

Die Bedeutung der Schleime für Lebewesen ist eine sehr verschiedene. Vor allem bilden sie einen Schutz gegen das Austrocknen und gegen Verletzung durch Druck und Stoß. Der Schleim der an der Luft lebenden Bakterien und Algen hat vielfach die Fähigkeit, das mit ihm in Verührung kommende Regen- und Niederschlagswasser aufzusaugen. So kann man öfter das kolossale Aufquellen der Tothor-Alge während eines Dauerregens beobachten. Die Schleimhülle bildet hier also gleichsam ein Wasserreservoir, das die dem Aufleben angepaßten Mikroorganismen

vor zu starker Auschwüfung oder vor dem Austrocknen bewahrt.

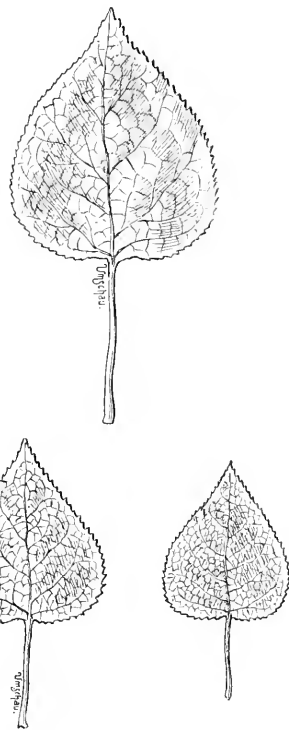
Das grüne Laub.

„Das macht das dunkelgrüne Laub, daß der Wald so schattig ist,“ singt Noquette, und wenn die Blätter fallen und das rote Möselein zudecken, so trauern wir mit dem Dichter um die vergangene Pracht und wünschen uns wohl in die sonnigen Gefilde des Südens, wo das schöne Grün niemals stirbt, oder in die heißen Tropen mit ihrem Immergrün. Dort, so ist die weitverbreitete Meinung, gehe die Natur niemals zur Ruhe, Werden und Vergehen schließe sich ohne Pause aneinander. Das hieße mit Bezug auf den Laubwechsel, daß die Bäume fort-dauernd treiben, an den Spitzen aller Zweige fort-dauernd neue Blätter hervoripriegen lassen, während die älteren in der Reihenfolge ihrer Entstehung fallen.

Daß wir uns hier einer Täuschung hingeben, darüber belehrt uns ein auf längere Beobachtung in den Tropen gestützter Aufsatz Prof. Dr. G. Volkens*, „Der Laubwechsel tropischer Bäume“ betitelt. Prof. Volkens hat nur zwei Bäume entdeckt, bei denen ein unaufhörliches Fortwachsen stattfindet. Der eine, *Albizzia moluccana*, ein Schmetterlingsblütler, ist ein Baum, der es in 18 bis 20 Jahren auf eine Höhe von 30 und einen Umfang von 2 bis 5 Metern bringt. Mit unglaublicher Schnelle schießt er wie eine Stange empor, stirbt aber zu einer Zeit, wo viele unserer Bäume erst in das tragfähige Alter kommen, schon wieder ab. Mit diesem beschleunigten Absterben des Lebenszyklus mag es zusammenhängen, daß solche Bäume kein periodisches, sondern immerwährendes Treiben zeigen. Sonst aber tritt eine solche Periodizität in augenfälliger Weise auf. Die Zahl der Bäume, bei denen der Laubwechsel sich ähnlich wie bei unseren Laubhölzern vollzieht, bei denen sämtliche alte Blätter fallen, bevor neue treiben, ist auch in den regnerischen Tropengegenden viel größer, als man annimmt. Fast alle Holzgewächse mit krautigem, weichem Laube, das nicht die Textur des Lorbeer- oder Oleanderblattes hat, gehören hierher. Wenn trotzdem die meisten Reisenden den Tropenwald als immergrün beschreiben, so erklärt sich das aus dem Umstande, daß einerseits bei vielen Arten die Zeit völliger Laublosigkeit eine sehr kurze, oft wenige Tage zählende ist, und daß andererseits die verschiedenen Individuen derselben Art ihr Laub nicht gleichzeitig fallen lassen.

Manche Arten verlieren ihr Laub mehrmals im Jahre, andere wechseln das grüne Gewand alle 8 bis 10 Monate, während Bäume, die sich wie die unsrigen nur im Frühjahr regelmäßig neu belauben, eine Seltenheit sind. Während manche Arten wie auf Kommando das Laub zur selben Zeit, fast genau in der gleichen Stunde „ausschütten“, wechseln bei anderen Spezies die verschiedenen Individuen höchst ungleichmäßig. Während bei uns, wie als selbstverständlich angenommen wird, die Kälte die Blätter zum Abfall bringt und die steigende Wärme

die Knospen im Frühjahr zum Leben erweckt, sehen wir uns in den Tropen, wo Unterschiede zwischen einer warmen und einer kalten Jahreszeit überhaupt nicht existieren, wo auch die Unterschiede zwischen den regenreicheren und den regenärmeren Monaten vielfach sehr geringfügig sind, vergebens nach einer ausreichenden Ursache des Laubfalls um. Das Klima kann es jedenfalls nicht sein, was als Urheber dieser periodischen Erscheinung angesprochen werden könnte.



Blätter der Schwarzpappel.

Noch andere Rätsel bietet der tropische Laubwald in Gestalt der „schlafenden Äste“. Zwei Exemplare des Leguminosenbaumes *Shizolobium excelsum* besaßen im Januar je einen starken, vom Stamme ausgehenden Ast, der — bei übrigens reicher Beblätterung der anderen Äste — völlig laublos war. Jeder mußte diese beiden Äste für tot halten und dies um so mehr, als sie volle drei Monate keine Spur wiedererwachenden Lebens zeigten. Dennoch waren sie nicht tot, sie hatten nur geschlafen. Im Mai schlugen sie wieder aus und waren vier Wochen später von ihren Genossen nicht mehr zu unterscheiden. Derartige schlafende Äste treten auch bei anderen Arten, wenn auch weniger auffällig, auf. Sollten sie sich vielleicht abtöten, so daß im Laufe der Jahre sämtliche Äste eines Baumes — unbeschadet des gewöhnlichen Laubwechsels — einmal erdentlich zum Nistruhen kämen?

*) Gartenflora, Bd. 52 (1903).

Nicht weniger schwierig als die Erklärung des tropischen Laubwechsels erscheint der Formenreichtum des Blattes bei manchen Arten, ein Reichtum, der zu der außerordentlichen Einförmigkeit und Regelmäßigkeit der Blätter anderer Arten in merkwürdigem Gegensatz steht. Ist bei den letzteren nur die Größe und Dicke der Blattspreite gewissen Schwankungen unterworfen, so gleicht bei den ersteren oft kein Blatt dem anderen, und der aufmerksame Beobachter gewahrt tausenderlei Modelungen des Grundplanes. Das gelappte Blatt des Efeus oder das glänzende, dornig-gezähnte Laub der Stechpalme (*Ilex Aquifolium*) geht an den oberen Zweigen in einfache, ungeteilte, ganzrandige Blatt-



Junges Pflänzchen von *Ceramium Robertianum* mit dem „Stelgenapparat“ (S.).

formen über, die jedoch mit dem reichen gegliederten Laube durch zahlreiche Übergangsformen verknüpft sind. Zur Erklärung der Vereinfachung erscheint die stärkere Beleuchtung und die dadurch hervorgerufene verstärkte Verdunstung des Blattes, vielleicht auch, wenigstens beim Efeu, die Nähe der Blütenolden mit ihrer starken Inanspruchnahme der Säfte ausreichend. Aber dieses Erklärungsprinzip läßt uns im Stiche, wenn wir eine der Pflanzen mit zahlreichen Blattmodifikationen ins Auge fassen.

Mit einem Beispiel solcher Formenmannigfaltigkeit macht uns Dr. W. Brenner in der am Mittelmeer heimischen Steineiche (*Quercus Ilex*) bekannt.*) Wer nicht wüßte, daß wir es bei den von ihm gegebenen 14 Abbildungen mit Blättern einer und derselben Art, ja teilweise sogar desselben Baumes zu tun haben, würde hier eine ganze Sam-

lung von verschiedenen Eichenpezies, darunter solchen aus Mexiko, Japan, vom Himalaya, aus China, Tonking, Java u. s. w., vermuten. Immer aber kämen bei der Bestimmung solche Arten in Frage, die ein dem mittelmäßigem mehr oder weniger entsprechendes Klima bewohnen. Das Klima also legt den Spielraum der Variation der Blattgestalt fest, und ein bestimmtes Klima hat in einer gewissen Pflanzengruppe eine ganz bestimmte Normalform erzeugt, welche die verschiedensten Arten dieser Gruppe zu verwirklichen streben. Da nun aber an demselben Orte die klimatischen Faktoren manchen Schwankungen unterworfen sind, so läßt sich von vornherein erwarten, daß diesen Klimaschwankungen die kleineren Abweichungen der Form parallel gehen werden.

Das ist nun bei der Steineiche in auffallender Weise nachweisbar. Pflanzen von sonnigen Standorten tragen Blätter, deren Größe im allgemeinen gegen die schattiger Standorte zurückbleibt, was offenbar mit dem geringeren Wassergehalt des besonnten Bodens und der erhöhten Transpiration zusammenhängt. In beiden Blattreihen, den von sonnigen und den von schattigen Standorten herrührenden, lassen sich je nach der Stellung am Baume Sonnen- und Schattenblätter erkennen. Mit dem Übergange vom Sonnenblatt zum Schattenblatt sehen wir zahlreiche Fähne oder kurze Lappen, Stacheln und fadenartige Verlängerungen der Seitennerven (Sekundärnerven) auftreten. Die verminderte Wasserabgabe im Schatten, bezw. der die Verdunstung überwiegende Wasseranhang treibt die Sekundärnerven über den Rand des Blattumfanges hinaus. Am schattigen Standort vermag auch das zwischen den Sekundärnerven gelegene Gewebe diesem Wachstum zu folgen, während am sonnigen Standpunkt doch die Transpiration die Entwicklung so hemmt, daß hier Fahnbücheln, dort Fadenlappen entstehen. Dasselbe zeigt sich auch bei anderen Eichenarten. Eine Abbildung zweier Blätter von einem Baume der Sicheleiche aus Nordamerika (*Quercus falcata*) läßt uns an den tiefen Buchten, zwischen denen die gesteigerte Transpiration die Ausbildung der Blattsubstanz hemmt, das Sonnenblatt ohne weiteres vom Schattenblatt unterscheiden.

Die Luftfeuchtigkeit allein schon vermag, wie M. Ph. Eberhardt in einer die vorige Arbeit ergänzenden Abhandlung darstellt,*) ganz bedeutende Änderungen der Blattgestalt hervorzurufen. Man gel an ausreichender Luftfeuchtigkeit bewirkt bei Verbreiterung verschiedener Organe und gleichzeitiger Verkleinerung und Verdickung der Blätter Zwergwachstum. Hand in Hand damit werden alle Pflanzensfarben intensiver und leuchtender, das Wurzelsystem dehnt sich ungewöhnlich aus, die Bildung von Haaren und Stacheln nimmt zu, Wülhen und Knospenbildung werden beschleunigt. Große anatomische Veränderungen zeugen ebenfalls dafür, wie die Pflanze die drohende Lebensschädigung abzuwenden bemüht ist.

Wie gegen abnorme Trockenheit, so versehen Pflanze und Blatt sich aber auch gegen Überladung

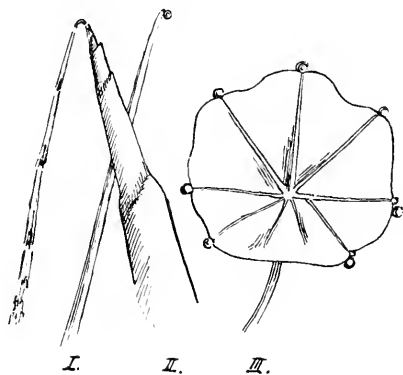
*) Naturwiss. Wochenschr., Bd. III (1904), Nr. 33.

*) Annales des sciences nat. Botanique, Bd. 18 (1903), S. 60.

mit Flüssigkeit zu wehren. Als ich eines Morgens nach taureicher Nacht zu den am Abend vorher reichlich begossenen Exemplaren der Kapuzinertröse auf den Balkon trat, gab es kaum ein Blatt, das nicht am Rande, da, wo die Blattnerven mit einer gelblichen Inkrustationsstelle enden, einen großen Tropfen klaren Wassers getragen hätte, der sich nach seiner Entfernung ziemlich schnell wieder erneuerte. Die Pflanzen entledigten sich des überschüssig aufgenommenen Wassers, das sie in der feuchten Morgenluft auf dem gewöhnlichen Wege der Verdunstung nicht loswerden konnten. Dieselbe Beobachtung kann man häufig an den Blattspitzen von Gräsern machen. Ein noch auffälligeres Beispiel, eine lebende Fontäne, die schon im Jahre 1672 von dem alten Botaniker Muntingh beschrieben worden war, hat Prof. H. Molisch jüngst ins Gedächtnis zurückgerufen. An den jungen, noch eingerollten Blättern der beliebten Dänenblume (*Colocasia antiquorum*) sowie verwandter Blattpflanzen findet bei feuchter Luft ein ständiges Emporsicheln kleiner Wassertropfen statt (in der Minute bis zu 190 Tropfen!), die zusammen eine wahre, kleine Fontäne vor- täuschen. Am intensivsten arbeitet der lebende Springbrunnen nachts und an trübigen Tagen, um bei Sonnenschein fast ganz zu versiegen. Nicht erklärt ist es, warum dieser sehr lebhafteste Transpirationsvorgang als Ausströmung, nicht als Ausfließen von Tropfen, und in Intervallen erfolgt. Wahrscheinlich spielt dabei der kapillare Widerstand in den Wasserpalten eine Rolle.

Wie das Blatt unter Umständen auch ihm ganz fremde Funktionen übernehmen kann, zeigt an sehr hübschen Beispielen Prof. Dr. Neger.*) Beim Ruprechtskraut, diesem sinkenden Gassenjungen aus der edlen Familie der Kranichschnäbler, der die gewagtesten Standorte zu erklettern liebt und dabei nicht selten arg ins Wanken kommt, müssen die Blätter als Stützorgane anshelfen. Schon den Keimblättchen kommt die Fähigkeit des Stützens, ausgedrückt in energischer Abwärtsbeugung bis zur Stützfläche, zu, und wenn sie verwickelt sind, treten die untersten Blätter des grundständigen Blattquirls

an ihre Stelle. Werden sie gewaltsam entfernt oder verwelken sie allmählich, so werden sie durch die nächsthöheren Blätter, die sich nun in charakteristischer Weise abwärts krümmen, abgelöst. Die Blattspreiten legen sich dabei dem Felsen, den darauf wuchernden Moosen oder sonstigen Unebenheiten des Standortes an, ihre Stiele werden kräftiger, kurz diese Blätter verzichten zu Gunsten des Gesamtorganismus auf ihre normale Funktion und werden zu



Wasseraustritt an Blättern der Kanarienhirsche (I) der Dänenblume (II) und der Kresse (III).

Stützorganen, durch welche die Pflanze an steiler Wand auf „festen Füßen“ steht. Ähnliches hat man bei der Hain-Miere (*Stellaria nemorum*), besonders bei Exemplaren an senkrechten Felswänden, beobachtet. In anderen Fällen, z. B. beim Schöllkraut, beim kriechenden Hahnenfuß, übernimmt nur der ziemlich starre Blattstielgrund, dem Boden fest angepresst, das Stützen. Zu der Erklärung des ganz eigenartigen Phänomens beruft Prof. Neger sich auf ein der Pflanze innewohnendes Empfindungsvermögen für Form und Lage ihrer Organe, auf ihre von Prof. MoU vor Jahren näher geschilderte „Morphästhesie“. Damit wären wir denn glücklich wieder bei der so übel berufenen und doch hinter so vielen „Erklärungen“ unverfehens auftauchenden Lebenskraft angelangt, die wir vorläufig weder im Pflanzenreich noch in der Tierwelt entbehren können.

*) Über Stelzenpflanzen in unserer einheimischen Flora. Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III, Nr. 19. Über Blätter mit der Funktion von Stützorganen. Flora, Bd. 92 (1903). S. 370.

Im Reiche des Faunus.

(Zoologie.)

Der „fluge Hans“. * Zur Biologie der Wirbeltiere. * Unsere Getreuesten. * Die antarktische Tierwelt. * Unsere gesiederten Freunde auf der Wanderung. * Geflügeltes Allerlei. * Tropisches Insektenleben.

Der „fluge Hans“.

Wenn der altitalische, zu Späßen und Kopereien so sehr aufgelegte Gott der Fluren und Wälder, der bärtige Faunus, sich heute wieder einmal nach seinen Schützlingen umsähe, er müßte ihnen ein aufrichtiges

laudo! spenden. Denn, während sie zu seiner Zeit nur in den Kahlen des Asop und des Phädrus die Rolle überlegender und kluger Wesen spielten, scheinen sie sich im Laufe der Jahrhunderte von den ihnen angedichteten Qualitäten wirklich manches zu eigen gemacht zu haben, und einige von ihnen, wie der Pudel Alma des großen Frankfurter Philoso-

phen oder F. T. A. Hoffmanns Kater Murr haben es zur Weltberühmtheit gebracht. „Indem ich“ — sagt Kreisler, bekanntlich der verkappte Hoffmann in Person — „diesen klugen Kater betrachte, fällt es mir wieder schwer aufs Herz, in welchen engen Kreis unsere Erkenntnis gebannt ist. — Wer kann es sagen, wer nur ahnen, wie weit das Geistesvermögen der Tiere geht! — Wenn uns etwas oder vielmehr alles in der Natur unerforschlich bleibt, so sind wir gleich mit Namen bei der Hand und



Schimpanze.

brüsten uns mit unserer albernern Schulweisheit, die eben nicht viel weiter reicht als unsere Nase. So haben wir denn auch das ganze geistige Vermögen der Tiere, das sich oft auf die wunderbarste Art äußert, mit der Bezeichnung Instinkt abgefertigt. Ich möchte aber nur die einzige Frage beantwortet haben, ob mit der Idee des Instinkts, des blinden, willkürlichen Triebes, die Fähigkeit, zu träumen, vereinbar sei.“

Wie Hoffmann, den der Tod seines klugen Hausgenossen mit tiefem Schmerze erfüllte, von seinem Kater, weiß auch Schopenhauer von seinem Hunde Beweise wirklicher Intelligenz zu berichten. „Vor kurzem,“ so erzählte er, „hatte ich in meinem Schlafzimmer große, bis zur Erde hinabreichende Fenstergardinen anbringen lassen, von der Art, die in der Mitte auseinanderfährt, wenn man eine Schür zieht. Als ich nun dies zum erstenmal, morgens beim Aufstehen, ausführte, bemerkte ich zu meiner Überraschung, daß mein sehr kluger Pu-

del, ganz verwundert dastand und sich, anwärts und seitwärts, nach der Ursache des Phänomens umsah, also die Veränderung suchte, von der er a priori wußte, daß sie vorgegangen sein müsse; daselbe wiederholte sich noch am folgenden Morgen.“ Bei einer anderen Gelegenheit erwähnt er, „daß sehr kluge Hunde, welche bekanntlich einen Teil der menschlichen Rede verstehen, wenn ihr Herr zu ihnen spricht und sie sich anstrengen, den Sinn seiner Worte herauszubringen, den Kopf abwechselnd auf die eine oder die andere Seite legen; welches ihnen ein höchst intelligentes und ergötzliches Ansehen gibt.“

Als oberste Glieder in der Stufenleiter des tierischen Verstandes gelten die Intelligenzen von Affe, Elefant und Hund. Für die geistigen Anlagen des ersteren bringt Dr. A. Ebert eine Beobachtung, die er vor Jahrzehnten bei dem 1872 vom Dresdener zoologischen Garten angekauften Schimpansen, namens Focke, machte, und zwar kurz nach dessen Ankunft.*)

„Focke war im Winterhause untergebracht, in einem leidlich großen Raume, an dessen Wänden Sitzbretter liefen. Er saß bei meiner Ankunft auf einem derselben, sah sich, was er schon stundenlang getan, höchst verwundert seine neue Wohnstätte an und blickte dabei mehr auf- als abwärts. Endlich prüfte er die im Wohnräume befindlichen Gegenstände, besonders einen Krug mit Wasser. Dabei entdeckte er ein Aftloch in der Diele. Er kam demselben näher und stierte nun, vor ihm knernd, mit einem Auge längere Zeit in dasselbe hinein. Er mochte wohl vor allem seine Tiefe haben ergründen wollen; denn als die Betrachtung zu keinem Ziele führte, steckte er den Zeigefinger, so tief er konnte, in das Loch und schien höchst verwundert, als er auch auf diese Weise den Boden nicht erreichte. Jetzt fing er nach einiger Zeit der Überlegung an, in das Loch zu spucken und sorglich allen daneben kommenden Speichel mit den Fingern in dasselbe zu dirigieren. Die Flüssigkeit aber reichte nicht aus, es zu füllen, da die Diele mehrere Zentimeter über den unebenen Grund gelegt war und so das kleine Loch in den großen Zwischenraum überging. Nun holte er den Wasserkrug und goß seinen ganzen Inhalt in die so merkwürdige Öffnung. Aber alles Wasser verlief, ohne den erwünschten Aufschluß zu geben. Da setzte er langsam den Krug wieder an seinen früheren Platz, ging auf sein Brett, setzte sich ruhig nieder, sah zuweilen noch auf das Loch herunter, schien aber sehr betroffen zu sein. In den folgenden Tagen soll er noch oft Versuche gemacht haben, sich über die Tiefe des Loches Gewißheit zu verschaffen, bis er endlich die Resultatlosigkeit seiner Bemühungen einsah und das Loch keines Blickes mehr würdigte.“

Bei Beurteilung der Intelligenz dieses Schimpansen, bemerkt Dr. Ebert sehr richtig, ist wohl besonders bemerkenswert, daß sie sich in einer Richtung betätigte, die mit den materiellen Bedürfnissen des Tieres in keinem Zusammenhange stand. Es war eine rein theoretische Frage, für die sich Focke interessierte, eine Frage, deren Lösung wohl sonst

*) Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III (1604), Nr. 2

für Tiere kaum Interesse haben dürfte. Und wie suchte er sie zu lösen! Die vier Mittel, die ihm hierzu allein zu Gebote standen, hat er sämtlich erkannt und, vom nächstliegenden zum entfernteren übergehend, in einer Reihenfolge benutzt, wie sie auch menschliche Intelligenz nicht besser hätte anordnen können. Zu welcher Höhe derartig geistig begabte Tiere gebracht worden wären, wenn sie seit Tausenden von Generationen systematisch erzogen wären, läßt uns dies Beispiel, läßt uns auch der „Kuge Hans“ ahnen, jener begabte Hengst des Herrn v. Osten, der im Jahre 1904 die Sensation der Berliner bildete. Doch ehe wir uns ihm zuwenden, sei zuvor noch einiger anderer Fälle hervorragender tierischer Intelligenz gedacht.

Abgesehen vom Elefanten, Affen und Pferde haben die Haustiere entsprechend der gewaltigen Dosis von Lebenswillen, die ihnen innewohnt, auch weit mehr Intellekt als die Grasfresser; denn der Intellekt ist das Werkzeug des Willens, ein Mittel zur Erhaltung des Einzelnen und seiner Art, und daher dem Willen überall genau angemessen. Im „Windsor Magazine“ erzählt Th. E. Branch von den Wundern tierischer Intelligenz, die er bei einem Besuche des französischen Tierseelenforschers Hacket-Souplet sah und hörte. Um zu prüfen, ob die Kage nicht nur Instinkt habe, sondern einer gewissen verständigen Überlegung fähig sei, stellte Hacket-Souplet folgendes Experiment an: Er setzte der Kage ihre Nahrung in einem mit Drahtgitter versehenen und mit einem Niegel verschlossenen Kasten hin. Obwohl sehr hungrig, versuchte das Tier doch nicht erst, wie es instinktmäßig hätte geschehen müssen, durch das Gitter zu springen, sondern wandte sogleich dem Niegel seine Aufmerksamkeit zu und schob ihn zurück. Nun wurde der Niegel mit einem Stricke an den Draht befestigt, so daß er sich nicht ohne weiteres fortlösen ließ. Sehr erstaunt betrachtete die Kage den Verschluss genau, lief mienend um den Kasten herum und schien schnurrend gleichsam nachzudenken. Dann sprang sie an dem Gitter empor, schlug den Strick mit der Pfote herunter, schob nun den Niegel abermals beiseite und begab sich an ihre Mahlzeit. — Mit einem Löwen wurde folgendes interessante Experiment vorgenommen: In seinem Käfig wurde eine hölzerne Büchse mit einem leicht abzuhelenden Deckel gestellt; sie barg, für den Löwen sichtbar, einen Leckerbissen. Zunächst schien der König der Tiere das fremde Ding für einen Feind zu halten, dem man eigentlich zu Leibe gehen müsse. Dann aber begann er die Büchse zu umwandern, zu beschnüffeln und ein lebhaftes Verlangen nach dem leckeren Inhalt zu zeigen. Anstatt aber instinktmäßig das schwache Geräusch mit der Tasse zu verschmettern, prüfte er es sorgfältig mit gespanntester Aufmerksamkeit, nahm dann ernst, langsam und bedächtig den Deckel zwischen die Zähne, hob ihn hoch, ließ ihn fallen und verspeiste dann den Inhalt der Büchse.

Auch in dem neuesten Falle einer Offenbarung höherer tierischer Intelligenz, bei dem Flugen Hans, spielt der Magen eine große Rolle: Das Interesse des Hengstes an der eigenen Vorstellung, an der Konzentrierung seiner Gedanken (!) muß wachgehalten werden durch verständiges Verabreichen

von Brotschnitten und Moheräben, von denen der Examinierte in der Rocktasche einen beträchtlichen Vorrat zur Verfügung haben muß. Wie sich eine Vorführung des Wunderpferdes gestaltet, wollen wir nach einem Berichte des Prof. Dr. G. Schweinfurth, des berühmten Afrikaners, darstellen.*)

Der Hengst Hans, nach der Ansicht seines Besitzers ein Tier von nur mittelmäßiger Begabung, seit vier Jahren bei Herrn v. Osten in der Lehre, tritt sehr ruhig und gelöst auf — er erhält nie Peitschenschläge — und nimmt auf Zuspruch, rechts, links u. s. w., seinen Platz in dem knappen Raume vor den Zuschauern ein. Der deutschen Sprache und Schreibschrift scheint er in hohem Grade mächtig zu sein, denn er beantwortet die an ihn, auch von Fremden, gestellten Fragen ohne Zaudern und fast immer mit absoluter Genauigkeit. Er macht vielleicht 5% Fehler, aber stets nur geringfügige, indem er z. B. statt 51 nur 50 zählt. Seine einzige Darstellungsweise für Sprache, Schrift und Zahl ist der ziffermäßige Huftritt. Jeder Laut hat zwei Ziffern, die er durch Stampfen mit dem rechten Vorderfuß markiert. Auf einer Tafel stehen, zur Kontrolle für die Zuschauer, die nach Ziffern geordneten Laute verzeichnet. Schreibt man z. B. auf einen Zettel das Wort „Abtei“ und hält dem Hengst das Blatt vor, so wird derselbe auf die Frage: „Der erste Buchstabe steht in welcher Reihe?“ einmal, d. h. in der ersten Reihe, auf die weitere Frage: „Der wievielte Buchstabe?“ wieder einmal aufstampfen (erster Buchstabe) und so fort, bis die Buchstabierung des Wortes vollständig ist. Jedes gesprochene oder aufgeschriebene Wort kann das Tier auf diese Weise zum Ausdruck bringen, und zwar gibt es von seiner Schrift- und Sprachkenntnis nicht nur im Gegenwart seines Lehrers Kunde, sondern auch wenn dieser sich entfernt und ein anderer der Anwesenden die Prüfung übernimmt. Die geschätzte Art der Verständigung ist durchaus nicht zeitraubend, denn alle Antworten des wunderbaren Geschöpfes gehen schnell und ohne irgend ein Zögern vor sich. Bei größeren Zahlen muß man sehr aufpassen, um folgen zu können.

Unter den zahllosen und unerforschlichen, von dem Hengste gelösten Aufgaben überraschen am meisten die auf seinen Gehörsinn berechneten. Er unterscheidet genau alle Töne, einzelne wie zusammenhängende, alle Arten Takte u. s. w. Ob auf einem Instrument zwei, drei oder vier Töne zugleich angespielt werden, und welche, vermag Prof. Schweinfurth nicht zu unterscheiden; der Hengst tut es mit Sicherheit.

Auch das bei Pferden sonst für ziemlich stumpf gehaltene Gesichtsvermögen gibt beim „Flugen Hans“ viel zu denken. Es werden z. B. geometrische Figuren aufgehängt, man zeichnet einzelne derselben auf eine Tafel im Kleinen auf, und sofort bezeichnet das Tier, die wievielte in der Reihe die gezeichnete Figur sei. Es erkennt sogar Menschen nach Photographien, zum Teile nach recht mangelhaften. Eine Anzahl Herren werden vor ihm aufgestellt. Die kleine Erkennungsphotographie eines derselben von einem Abonnement der Elektrischen

*) Die Umschau, VIII. Jahrg., Nr. 55.

wird ihm vorgezeigt, und sofort gibt Hans durch Hufschlag die Zahl an, die dem Betreffenden in der Reihe zukommt.

Im wunderbarsten aber erscheint bei diesen Vorfürhrungen der Zahlen Sinn und das Rechenalent des Pferdes. Diese sind es vornehmlich, die die Erklärung aller erwähnten Vorgänge mit Hilfe der Gedächtniskunst zu Schanden machen. Der Hengst hat in der Tat rechnen gelernt. Er beherrscht die vier Spezies, kann namentlich mit größter Sicherheit addieren und subtrahieren. Er weiß, daß, um $\frac{1}{6}$ zur Eins zu ergänzen, $\frac{2}{6}$ nötig sind, verwandelt gewöhnliche Brüche in Dezimalbrüche, und es ist manchmal schwer, seinen Berechnungen zu folgen. Seiner Gedächtniskraft scheinen die weitesten Grenzen gezogen zu sein. Er gibt z. B. genau von jedem Monat die Tage an, auf welche ein Sonntag fällt, ferner die, auf welche Kaisers Geburtstag in den einzelnen Jahren fällt.

Der Besitzer des Tieres und verschiedene Kenner, die sich mit der Prüfung des Pferdes abgegeben haben, stellen auf das entschiedenste im Abrede, daß die an ihm hervortretenden Phänomene bloß das Ergebnis von Mnemotechnik seien. Vielmehr seien durch die angewandte Erziehungsmethode in dem Tiere Kombinationsgabe, Urteil und Überlegung geweckt worden, ebenso wie das bei Kindern oder bei Taubstummen zu geschehen hat. Auch Prof. Schweinfurth scheinen die verschiedenen Produktionen des Tieres gewisse Äußerungen seines Intellekts aufzuweisen, die durch das Gedächtnis allein nicht zu erklären wären. „Ein Problem für Philosophen und Psychologen, wie es innerhalb der Tierwelt vielleicht bisher noch nirgends in die Erscheinung getreten ist,“ nennt er den „Augen Hans“. Aber trotz der vielen Zeugnisse und Lebenserhebungen, die dem seltenen Tiere bisher zu teil geworden sind, meint man doch hinter allem das neckische Gelächter des alten Kanakas vorstören zu hören, der, da wir ihn selbst aus unseren Kreisen verbannt haben, nun nan in seinen Geschöpfen spottet und täuscht. Von den zahlreichen guten und schlechten Wigen, die, aus diesem Gefühle geboren, über den klugen Hengst zirkulieren, sei zum Schluß nur einer gerettet: Hans pflegt auch Herren, die ihm einmal vorgestellt sind, wiederzuerkennen. Bei einer Verführung soll er den Namen eines Anwesenden, den er früher schon gesehen und auf seine Weise durch Hufschlag markiert hat, wiedergeben. Schalkhaft weigert er sich anfangs durch Kopfschütteln. Endlich auf wiederholtes Jureden seines Herrn dreht er sich um und wedelt mit dem Schweife: Der zu Refugosierende war ein Herr — v. Wedell.

Es ist in der Tat so schwierig, in das dunkle Gebiet der tierischen Psyche einzudringen, daß, so viele Forscher sich mit dem Seelenvermögen der Tiere beschäftigt haben, so viele verschiedene Grundansichten auch darüber geäußert sind. Der Schluß nach der Analogie von uns auf die Tiere ist eine sehr unzuverlässige Brücke, und eine andere gibt es nicht. Hachet-Souplet teilt die Tiere nach ihrer intellektuellen Veranlagung in drei Klassen ein, und Prof. H. J. Kolbe*) stimmt ihm darin bei.

Auf der niedrigsten Stufe äußert sich die ganze seelische Tätigkeit darin, daß auf einen Nervenreiz eine Reaktion in Form einer Reflexbewegung erfolgt. Dergleichen Reflexäußerungen erhalten sich bis zu den höchsten Stufen animalischen Lebens, selbst bis zum Menschen; wenn wir uns des Nachts aus der Seitenlage in die Rückenlage drehen, so ist dies nur eine reflexmäßige Reaktion auf die unbequeme Lage, an der unser Bewußtsein nicht beteiligt ist.

Die zweite Stufe tierischen Intellekts äußert sich in den durch Naturtrieb (Instinkt) eingeleiteten Handlungen. Instinkte werden nicht individuell erworben, sondern von den Vorfahren ererbt. Es ist jedoch nach Prof. Kolbes Ansicht nicht richtig, die Instinktaußerungen als unbewußte Handlungen hinzustellen. Der lebhafteste oder unwiderstehliche Naturtrieb zu naturnotwendigen Handlungen (Brutpflegetrieb, Wandetrieb, Mutterliebe) ist nicht der durch die Natur gebotenen und mitgegebenen Fähigkeit zur Ausführung dieser Handlungen erblich im Tiere vorhanden. Die Ausführung der durch diese Triebe eingegebenen Handlungen hält Prof. Kolbe für eine bewußte Tätigkeit. Wenn ein Vogel zum Nestbau schreitet, so folgt er hauptsächlich seinem ererbten Naturtriebe; in der Ausübung des Nestbaues aber muß er bewußt handeln. Er sucht und findet die passenden Stoffe, rauhere für die Außenseite, weiche für die Ausfütterung des Innenraumes, und weiß beim Mangel der gewöhnlichen Baustoffe und Bauplätze passenden Ersatz zu finden. Es ist wohl möglich, daß er aus seiner Jugendzeit, da er selbst im Neste lag, eine Vorstellung von der Form und Größe des seiner Art zukommenden Nestes hat, und daß er aus eigenen Erfahrungen und eigener Anschauung fähig ist, ein Nest herzustellen, sobald der Naturtrieb ihn dazu zwingt. Dabei brauchen wir nicht anzunehmen, daß das Tier den Zweck seines Handelns kenne. Doch scheint letzteres bei höheren Tieren nicht selten der Fall zu sein.

Eine dritte Stufe repräsentiert der Verstand, der selbständige, ohne Instinkt, aus individueller Erkenntnis hervorgehende Handlungen erzeugt. Hierher gehört das Vermögen vieler Tiere, infolge Kennenlernens neuer Dinge und Verhältnisse ihre Gewohnheiten umzumodeln. Wasmann hat an Ameisen viele selbständige und individuelle Handlungen festgestellt und gefunden, daß sie aus unzuverlässigen Erfahrungen heraus ihr Handeln abändern und ihre individuell erworbene Geschicklichkeit unter den neuen Verhältnissen in Anwendung bringen. Ähnliches hat man kürzlich bei einer Krebsart festgestellt; auch die Krebse vermögen unzweifelhaft zu lernen.

Inwieweit schließlich intelligente Einsicht in die Beziehungen zwischen Ursache und Wirkung und der Schluß aus früheren Erfahrungen auf neue Verhältnisse, also die Vernunft, in der höheren Tierwelt anzunehmen sei, das dürfte wohl erst nach vielen und sorgfältigen Untersuchungen zu entscheiden sein. Vielleicht wären solche Versuche weniger in der Richtung menschlicher Schmeichelei anzustellen, wie beim „klugen Hans“, als vielmehr auf dem Felde, auf dem das Tier nach seiner natürlichen Zugehörigkeit sich betätigen kann. Dressur und Einpantzen müßten völlig ausgeschlossen sein.

*) Über die psychischen Funktionen der Tiere. Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III, Nr. 1.

Zur Biologie der Wirbeltiere.

Steht es also um unsere Wissenschaft von dem Geistesinhalt der Tiere sehr schwach, so läßt auch unsere Kenntnis von ihrem äußeren Leben und Treiben noch manches zu wünschen übrig. Wie wäre es sonst z. B. möglich, daß gegenwärtig von dem niedlichen Iffchen unserer Wälder, dem Eichhörnchen, noch neue Tatsachen bekannt werden, wie sie der weitfällige Naturforscher P. Wemer veröffentlicht hat. Er unterscheidet drei Nestarten des Eichhorns: Zufluchts- oder Kufnester, zu vorübergehendem Aufenthalt in den äußersten Zweigen des Baumes aus Laub mit etwas Moospolsterung hergerichtet; Notnester in den Astgabeln von Kiefern, Fichten und Eichen, von etwas festem Bau und zur Aufnahme der Jugend dienend, wenn das Hauptnest gefährdet erscheint, und drittens Hauptnester, fest gebaut und in Astgabeln an den Stamm geschnitten, so daß sie auch bei Sturm möglichst wenig erschüttert werden. Wie die Eichhörnchen als Notnester bisweilen auch die Horste von Krähen, Vuffarden oder Eichelhäherne nester benutzen, so legen sie die Hauptnester auch in hohlen Bäumen, ausnahmsweise sogar auf der Erde im Heidekraut, überdeckt von einem Kiefernweige, an.

Mehrfach fand Wemer Hauptnester, die durch eine Zwischenwand in zwei Kammern geteilt waren und in dieser Wand eine aus Moos und Laub verfertigte Klappe besaßen. In solchen Nestern lagen die federngeputzten Meisen und Goldhähnchen, und da unser Beobachter diese Vögel wiederholt ihre Nachtruhe in Eichhörnchenestern aussuchen sah, stieg der Verdacht in ihm auf, es hier mit einer wirklichen Vogelfalle zu tun zu haben. Bei weiteren Beobachtungen gelang es mehrfach, das Eichhorn auf frischer Tat zu ertappen. Es lauert in der Nähe oder in der zweiten Kammer des Nistnestes, bis die Vögel in der Dämmerung in das Nest schlüpfen, und überfällt sie dann plötzlich. Um ein möglichst sicheres Bild von dem Umfang dieser Mordereien zu gewinnen, unterfuchte Wemer den Mageninhalt von 90 Eichhörnchen; in 57 Fällen fand er Reste von Vögeln darin. Schlimmere Taten als die Vernichtung erwachsener Vögel, besonders der nützlichen Meisen, hätte das schon als Vesträuber verrufene Eichhörnchen gar nicht auf sein Konto schreiben können. Nun wird man ihm vermutlich noch energischer an den Krängen gehen als bisher (Muskau, VIII. Jahrg. Nr. 6).

Der Winterschlaf, durch den sich das Eichhörnchen nur gelegentlich und auf Tage den Unbilden der Witterung entzieht, ist bei anderen Mitgliedern unserer Fauna zu einer ständigen, der Art-erhaltung unentbehrlichen Einrichtung geworden. Der Hunger ist es, der den Hamster, das Marmeltier, den Siebenschläfer, den Fiesel, die Haselmaus, die Fledermäuse, den Bären, den Igel, den größten

Teil des Winters bei uns verschlafen läßt. Alle Lebensrichtungen, nicht nur wie im Schlafe die des Gehirns, sind auf ein Mindestmaß herabgesetzt, so daß der Winterschläfer vom toten Tiere kaum zu unterscheiden ist. Nur mittels dieser, Kräfte und Säfte sparenden völligen Lethargie ist es möglich, mit dem in den vorhergehenden günstigeren Monaten aufgespeicherten Reservematerial an Fett auszukommen. Aber eines der Organe, die speziell in den Dienst des Winterschlafes gestellt sind, über die Winterschlafdrüse des Igels, haben Cartier und Evans kürzlich eine Untersuchung angestellt, die uns einen Einblick in den Winterhaushalt eines solchen Schläfers gewährt. *)

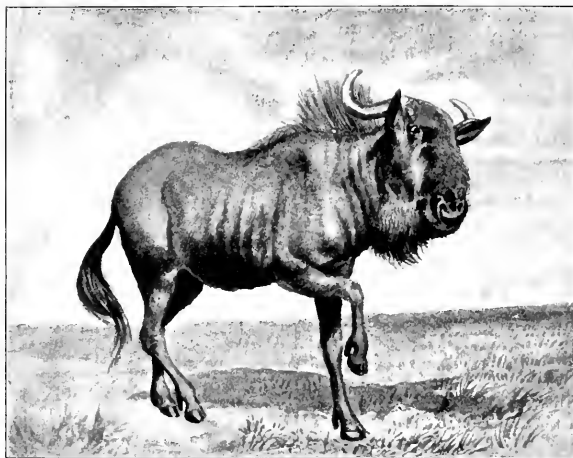


Eichhörnchenest mit Vogelfalle.

Zwanzig bis dreißig Igel wurden Ende September 1901 und ebenso 1902 im kühlen Keller mit Milch und Brot gefüttert, bis Ende Oktober der Winterschlaf eintrat. Jedes Tier wurde dann gewogen, gezeichnet und bis zum Gebrauch in Ruhe gelassen. Am 23. jedes Monats vom Oktober bis zum April wurden einige Tiere getötet und untersucht. Die Winterschlafperiode zeigte schon durch den Wechsel ihrer Farbe und ihres Gewichtes, daß sie beträchtlich in Anspruch genommen wurde. Ihre Zusammenfassung änderte sich mit der Jahreszeit und auch mit dem Individuum; immer enthielt sie Wasser (50 bis 60%), Fette und fettartige Stoffe (40 bis 17%), Eiweiß (15 bis 16%), Pigmente und Salze.

Zu Beginn des Winterschlafes sind die Tiere allgemein fett. Während des ersten Monats nimmt das Körpergewicht, auch das der Drüse, sehr schnell ab; letztere gibt anfänglich viel Fett ab, beginnt dann aber, damit bis Ende März zu sparen. Erst wenn alles im Körper aufgespeichert gewesene Fett verschwunden ist, wird die Drüse die einzige Fettquelle und ihr Fettgehalt sinkt reizend schnell, wäh-

*) Naturwiss. Rundsch., 1904, Nr. 6.



Blaues Gnu.

rend von den Eiweißstoffen so gut wie gar nichts verbraucht wird.

„Diese Untersuchung bestätigt also die bemerkenswerte Tatsache, daß während des Winterschlafes das Leben allein durch erhalten wird, ein durch die Verhältnisse des tierischen Organismus bedingter Zustand, da der Tierkörper nicht fähig ist, einen Vorrat von Stickstoff anzulegen. Hätten diese Tiere nicht die Fähigkeit erworben, ohne ständige Zufuhr von stickstoffhaltiger Nahrung zu leben, so wäre die Überwinterung eine Unmöglichkeit.“

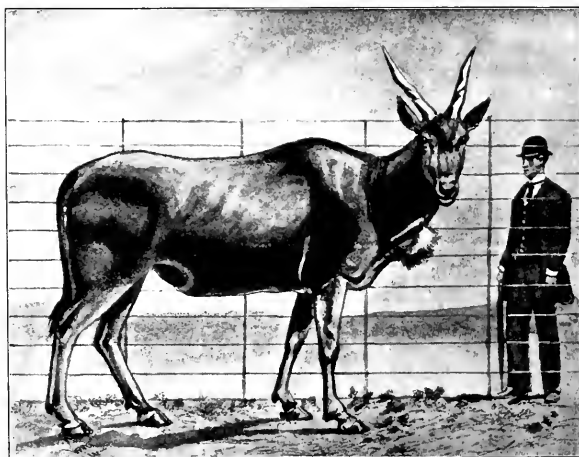
Eine zweite erworbene Eigentümlichkeit der Winterschläfer ist die Fähigkeit, Abkühlungen des gesamten Körpers auf 4 bis $1\frac{1}{2}$ Grad C ohne Schaden überleben zu können, während die übrigen

Säugetiere schon bei 19 Grad C Kälte sterben, ausgenommen wie es scheint, junge Tiere. Junge Hunde hat Horvath bis auf 5 Grad C abgekühlt, ohne daß der Tod eintrat. Im übrigen aber hat die Kälte ursächlich mit dem Winterschlaf so wenig zu tun, daß die süd-russischen Jiesel sich schon im August, wenn die Temperatur noch bis 30 Grad beträgt, von den abgeernteten Feldern zum „Winterschlaf“ in ihre Schlupfscher zurückziehen, während anderseits Prof. Korel zwei Siebenschläfer im warmen Zimmer den Winter hindurch mit Wässern mästete und munter erhielt, dann aber im Mai in Winterschlaf verfallen sah.

Welche Vorgänge sich während des Winterschlafes im Gehirn der schlafenden Tiere abspielen, hat E. Merzbacher in den vorhergehenden Jahren an einer großen Zahl von Fledermäusen studiert.* Im tiefsten Schlafes erfolgt auf einen Reiz

von außen nur eine vom Rückenmark ausgehende Reflexbewegung; das Gehirn ist vom Verkehr mit der Außenwelt völlig abgeschnitten. Diesem Stadium der Starre folgt das des „Anhaftesreflexes“, in dem das Mittel- und Großhirn noch ausgeschaltet erscheint und vom verlängerten Mark ausgehende Reflexbewegungen vorkommen, besonders das festehaften an dem mit den Hinterextremitäten erfaßten Gegenstande. In einem dritten Stadium setzt allmählich die Großhirntätigkeit ein, um im vierten endlich die zu Beginn des Winterschlafes ausgegebene Herrschaft über den ganzen Organismus wieder anzutreten.

„Ein erwachendes Tier“, sagt Merzbacher, „zeigt zunächst in der Art, Reize durch Reflexbewegungen zu beantworten, den Bewegungsmechanismus, der einem dekapierten (enthaupteten) Tiere zukommt; in einem weiteren Stadium einen, der das Tier ohne Großhirn charakterisiert, und erst zuletzt läßt sich nachweisen, wie allmählich auch das Großhirn ordnend und hemmend die Sinne zu beherrschen beginnt.“ Wie tief herabgesetzt die Gehirnfunktion beim Winterschläfer ist, zeigt der Umstand, daß Reizung der Großhirnrinde durch elektrischen Strom keinerlei Bewegung auslöst, während sie beim wachen Tiere einen typischen epileptischen Anfall mit Krämpfen, Speichelfluß, veränderter Atemweise zur Folge haben würde. Daß der Nahrungsmangel, nicht der Frost, zum Winterschlaf treibt, zeigt das Beispiel des Maulwurfs, der seine tierische Werte im Winter so gut wie im Sommer findet und deshalb nicht schläft.



Kuduen Antelope.

* Archiv für die ges. Physiologie (Pflüger) Bd. 96, 97 und 100.

Trotz des großen Nutzens, den er dem Landbau durch Vernichtung der Regenwürmer und Engerlinge bringt, hat sich die Mädelarbeit auch seiner bemächtigt. Das Fell, das, wie W. Haacke in seinem prächtigen „Tierleben der Erde“ noch vor wenigen Jahren schrieb, ein leichtes und sehr weiches, in Osteuropa und Asien nicht selten benötigtes Pelzwerk gibt, hat nun auch in Westeuropa Liebhaber gefunden. In welchem Maße diese neueste Pelzmode zum Massenmorde des nützlichen Gräbers führt, zeigt die Meldung, daß ein einziger Pariser Pelzhändler auf eine Aufforderung in 1½ Monaten 1.800.000 Mantelwurzsfelle erhalten hat. Hier kann die Belehrung nicht frühzeitig genug einseigen, vor allem aber sollte jeder Landmann und Grundbesitzer den Mantelwurzsjäger energisch das Handwerk legen und die nötige Verminderung des durch sein Graben ja manchmal lästig werdenden Tierchens in mäßiger Weise selbst in die Hand nehmen.

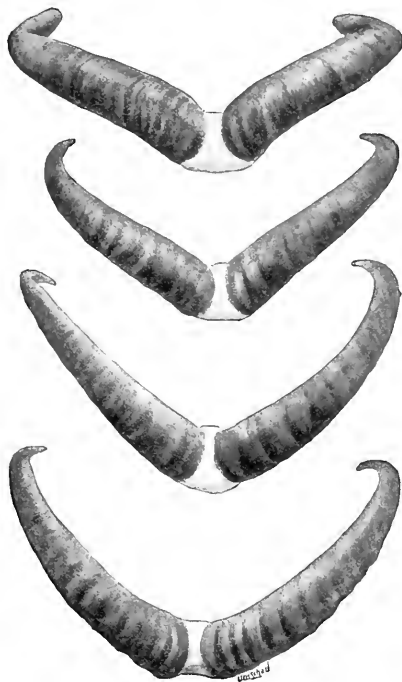
In den Tieren, deren Existenz angeblich bedroht ist, gehören bei uns der Elch und der Steinbock. Das Elchwild, dessen einzige Zufluchtsstätte in Mitteleuropa das Memeldelta zu sein scheint, während es in Skandinavien und Rußland noch nach Tausenden zählt, war in Ostpreußen schon wiederholt auf wenig über 100 Stück gesunken. Durch Aufzucht mit nordischem und russischem Blute hat eine Verjüngung des Bestandes stattgefunden, der gegenwärtig auf fast 600 Häupter angewachsen ist, so daß die gut besetzte Wildbahn regelmäßigen Abschuss erfordert und ein Aussterben vorläufig nicht zu befürchten ist.

Auch der Alpensteinbock, der einst das ganze Alpengebiet bewohnte, wäre wohl schon aus der Reihe der Lebewesen gestrichen, wenn er nicht seit 1821 in den schwer zugänglichen Alpenketten zwischen Wallis und Piemont und in den Hochgebirgen Savoyens durch strenge Jagdgesetze und fürsorgliche Überwachung geschützt worden wäre. Dennoch ging immer wieder das Gerücht von der steten Abnahme der Tiere, bis schließlich der Inspektor der Wiener Menagerie in Schönbrunn, der ein Geschenk des Königs von Italien, 12 junge Alpensteinböcke, für die Menagerie in Empfang nahm, aus dem Munde des Königs von Italien und des mit der Bewachung der Tiere betrauten Personals die erfreuliche Kunde hörte, daß mindestens 2000 Steinböcke, vorwiegend im Montblancgebiete, vorhanden sind. Im Jahre 1901 gingen infolge schlimmer Witterung 350 Tiere zu Grunde, ohne daß der Bestand dadurch gefährdet erschien. Auf die Dauer freilich werden die Folgen der ständigen Inzucht nicht zu bannen sein, man müßte denn zu einer Blutauffrischung durch Kreuzung mit den verwandten Arten der übrigen alpenländlichen Steinböcke schreiten.

Solcher gibt es noch eine ganze Anzahl. In Spanien lebt der Pyrenäensteinbock, der im andalusischen Hochgebirge durch eine Kofaform (*Capra hispanica*) vertreten wird. In den Gebirgsländern am Ägäischen Meere, in ganz Kleinasien bis zum armenischen Hochlande und auf der Südseite des Kaukasus finden wir den Bezar-Steinbock, der mit seinem zusammengedrückten Gehörn recht eigenartig aussieht; außerdem leben im Kaukasus noch vier Steinbockarten, die nach Matschie vier verschie-

denen Quellgebieten angehören und sich durch die Form ihres Gehörns unterscheiden. Der Sinai Steinbock mit mehreren arabischen Abarten und der langbärtige sibirische Steinbock schließen die Reihe.

Einen Mannruf über das Aussterben der Tierwelt der ostafrikanischen Massaihochländer stieß in der Juniung 1904 der Berliner Gesellschaft für Erdkunde der große afrikanische Nimrod L. G. Schillings aus. Auf Grund seiner eigenen Erfahrungen legte er dar, daß die gewaltige und reiche Fauna, welche die ein-



Gehörn von vier Steinbockarten.

förmigen Steppenlandschaften Afrikas, besonders Ostafrikas, belebt, in raschem Untergange begriffen sei. Man müsse durch Errichtung von Schutzstationen retten, was noch zu retten sei. Als gänzlich ausgerottet für die Massaihochländer nennt er das echte Gnu, den Bontebok, den Bläuhorn, die kleine Pferdeantilope, das weiße Rhinoceros, das Bergzebra und das Quagga. In hohem Grade gefährdet erscheinen die Giraffe, kaum weniger der Elefant, der aus vielen Gegenden schon verschwunden ist, das wegen seiner Wässigkeit verfolgte Nashorn, das Flusspferd, dem sein hartes Schutzmittel, die geschätzte dicke Haut, zum Verderben gereicht, die Antilopen und die übrigen Zebros. Was den Elefanten betrifft, so hat sich ein geradezu unglaubliches Morden entwickelt. Drei Millionen Kilogramm Elfenbein sind in den letzten zehn Jahren allein auf den Antwerpener Markt gekommen, die Zähne von 185.000 Elefanten, und wenn man dar-



Oberleutnant Konk mit seinem jungen zahmen Elefanten.

unter die vielen kleinen Zähne sieht, die von Elefantkälbern stammen, so wird es klar, daß dieser Vernichtungskrieg mit baldiger Ausrottung des afrikanischen Elefanten enden muß. Die Hüttenstener, die in Naturalien bezahlt werden kann und vielfach mit Elfenbein bezahlt wird, hat nicht unwesentlich dazu beigetragen, den Elefantenmord zu fördern.

Genauere Nachrichten über das Okapi gibt in einem Schreiben aus dem Semlikiwalde Dr. J. David, der erste Europäer, dem es gelungen, dieses seltene Wild zu erlegen.*) Nun erst ist es möglich, sich ein etwas zuverlässiges Bild von dem Aussehen und der Lebensweise dieser merkwürdigen, seit Jahrtausenden verschollenen Antilope zu machen. Das an den Lippen, den inneren Backentaschenseiten und dem Nacken mit sehr starken und dicken warzenförmigen Vorprüngen ausgerüstete Tier ist vermöge dieser Papillen befähigt, gerade, direkt in Schlamm zusammengepackte Nahrung anzunehmen. Es hat das Gebaren eines Tapirs; es ist zwar Wiederkäufer, aber sein ganzer Habitus, sein Schnüffeln und Schlürfen im Morast, seine gedrungene Vorderpartie, seine Kopfhaltung erinnern an einen Tapir, nicht an eine Antilope. Daher sind die bis jetzt ausgestopften Exemplare in London und Brüssel, nach denen auch die vorhandenen Abbildungen gefertigt sind (s. Jahrb. 1, S. 259), völlig unrichtig angefertigt, während das im II. Jahrbuche gegebene, als Okapi gedeutete Bildnis des Gottes Seth (S. 251) der neuesten Skizze Davids sehr entspricht. Die Streifenzeichnung, weiß in schwarz und fast durchweg doppelt, auf dem Blatt und den ganzen Hinterläufen ist weit schöner als beim Zebra, der Rücken zeigt rötliche Farbe; die enormen, mit großen Zotten garnierten Ohren stehen ab wie beim Kudu, und die Mähne steht aufrecht. Die Schnauze kann mindestens so vorgestreckt werden wie beim Kamel. Es scheinen zwei Varietäten oder gar Spezies des Tieres vorhanden zu sein; die eine besitzt Hornspitzen, die andere keine, auch die Zahnbildung

und die Grundfarbe sind verschieden. In der Gegend des Semliki-Jurwaldes scheinen die Tiere noch nicht selten zu sein.

Noch einen anderen zoologisch interessanten Fund hat Dr. David im Kongourwalde gemacht, ein Würmer und Ameisen fressendes Schuppentier von 122 Meter Länge, das seinen westafrikanischen Verwandten in den Pampas sehr ähnlich zu sein scheint. Das Tier ist von unheimlicher Kraft. Meistens stellt es sich auf seine massigen Hinterfüße, nimmt den Schwanz als Stütze zur Hilfe und tastet mit seinen gewaltigen Vorderklauen die Baumstämme nach Nahrung ab. Mit der wurmförmigen, langvorstreckbaren, flebrigen Zunge, an der die Beute haftet, ziehen die Schuppentiere die Ameisen, Termiten und Würmer in das zahllose Maul. Unfähig, sich durch Beißen zu verteidigen, rollen sie sich bei Angriffen zu einem Ball zusammen und entfalten dabei eine solche Muskelkraft, daß man sie auf irgend eine gewöhnliche Weise nicht wieder ausstrecken kann. Die Oberseite des Körpers ist dann durch die dachziegelig angeordneten großen Hornschuppen völlig gedeckt. Zwei der vier afrikanischen Arten können auch Bäume besteigen. Außer in Afrika treten Schuppentiere (Manis) auch im indischen Tierkreis auf.

Mit den Riesenfängertieren des Meeres, den Walen, beschäftigt sich eine Arbeit G. Guldbergs über die Wanderungen der Bartenwale und verwandter Arten.*) Die Armut der Hochsee an Schwebewesen (Planktonorganismen) und Fischen treibt die Wale in die Nähe der bereicherteren Küstengewässer; dem Hin- und Herströmen der Beutetiere, ihrem periodischen, durch die Jahreszeiten geregelten Auftreten folgen die Wale auf ganz bestimmten Wegen. Außerdem suchen die Weibchen



Weibliches Okapi.

zur Wurfzeit ruhige seichte Meeresteile auf, und auch dies vollzieht sich in regelmäßigen Wanderungen.

So zieht sich der Grönlandwal, der ausschließlich das arktische Polarmeer bewohnt, im Sommer in die Gewässer des höchsten Nordens zurück, während er im Winter an den Küsten Grönlands

*) Globus, Bd. 86 (1904), Nr. 4.

*) Biolog. Zentralblatt, Bd. 23 (1903), u. Bd. 24 (1904).

niedrigere Breiten aufsucht und sich dabei stets am Südrande der Eisfelder aufhält, wo das Meer von seiner Nahrung, Klossenfüßern (Ruderschnecken oder Pteropoden) und niedrigen Krebsern, wimmelt. In der asiatischen Küsten geht er von seinem Sommerquartier nördlich der Beringstraße noch weiter südlich (bis zum 55 Grad n. Br.). Obwohl der Walfang stark unter ihnen aufgeräumt hat, werden hin und wieder doch noch ganze Scharen solcher Wanderer beobachtet.

Der Nordtaper (*Eubalaena glacialis*) dehnt seine Wanderungen beträchtlich weiter nach Süden aus, bis zu den Azoren und Bermudas-Inseln, nördlich dagegen nur bis zur Väreninsel. Ihm ent-

jüngst wiederholt, außer mit Walen noch mit dem Blauschiff (*Labrus americanus*), in der breiten, nach Norden offenen Cape Cod-Bai in Massachusetts bei dem Nothafen Provincetown vorgekommen und stets natürlich in eine gewaltige Schlächtereier ausgelaufen.

Bei einem Säugetier, das wie der Wal, so völlig zum Wasserbewohner geworden, dürfen wir wohl eigenartige Anpassungen an das nasse Element erwarten. In einer Arbeit über „Das Ohr des Säugetieres“, zugleich ein Beitrag zur Theorie der Schalleitung*, macht uns G. Voennighaus*) mit einigen dieser Anpassungen bekannt. Er stellt bei diesen Walen (*Odontoceti*), zu denen



Walfang bei Provincetown.

spricht auf der südlichen Halbkugel der Kapwal (*Balaena australis*), den die wärmere Jahreszeit in das antarktische Eismeer, die kältere nach der südlichen gemäßigten Zone treibt. Ein echter Küstenbewohner des nordamerikanischen Kontinents ist der Grönlandwal. Von November bis Mai hält er sich an den Küsten Kaliforniens auf, wo die Weibchen in stillen Buchten ihre Jungen werfen, im Juni begehen sich dann Männchen, Weibchen und Junge in Scharen, immer ziemlich nahe der Küste schwimmend, auf die Nordreise, die in der Beringsee und im Ochotskischen Meere endet. Auch die Finnwale in ihren verschiedenen Arten sind große Wanderer; man hat Beispiele, daß ein einzelner Riesenfinnwal ein Schiff, selbst nachdem man mehrfach auf ihn geschossen hatte, über 24 Tage lang begleitete.

Diese Annäherung an die Küsten wird den plumpen Tieren nicht selten gefährlich. Abgesehen davon, daß vereinzelt sie und da einer von ihnen „strandet“, verirren sich gelegentlich ganze Scharen in Küstenbuchten, die ihre Mündung der Richtung des Zuges entgegenwenden, und werden hier dann eine leichte Beute des Menschen. Ein solcher Fall ist

die Potswale, die Delphine und die in Klüffen oder Flugmündungen lebenden Flugwale gehören, eine weitgehende Verkümmern der Ohröffnung, der Ohrmuskeln und des Gehörganges fest. Die in den Rücken mündende Öffnung der Eustachischen Röhre, des Verbindungskanals zwischen dem Mittelohr und dem Munde, ist stark nach oben gerückt, was wir wohl als Mittel, das in den Rücken gelangende Wasser vom Ohre abzuhalten, auffassen können. Das Trommelfell ist ziemlich dick und unbeweglich, so daß die Gehörknöchelchen von ihm aus kaum eine Erschütterung erfahren werden und wahrscheinlich auch die Muskeln der Paukenhöhle wenig in Aktion treten. Die stark entwickelten Gehörknöchelchen sind fünfmal so groß wie beim Menschen. Voennighaus ist der Ansicht, daß beim Hören der Wale der Schall (durch die Eustachische Röhre?) mittels der Gehörknöchelchen nach dem ovalen Fenster geleitet werde, und sieht als Hauptweg der Schallschwingungen die direkte Leitung von der Stig-

*) Zoolog. Jahrb., Abt. für Anat. u. Ontog., Bd. 19 (1904), S. 189.

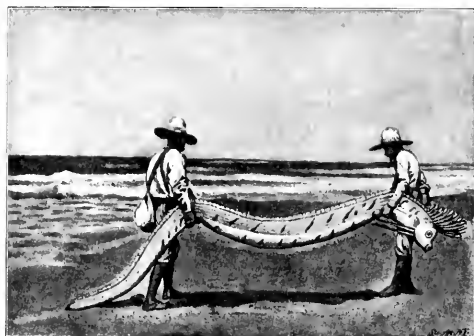
bügelplatte in das Labyrinthwasser an. Obwohl überzeugende Beweise dafür, daß die Wale hören können, nicht vorliegen, glaubt er ihnen auf Grund des Baues ihrer Ohren diese Fähigkeit doch zuschreiben zu können. Das Verkümmern der Geruchsnerven bei den Walen würde durch die hohe Entwicklung des Gehörorganes gewissermaßen ausgeglichen werden.

Zum Schlusse geht der Verfasser auf die eigentümliche Blutversorgung des Walgehirnes ein, die ausschließlich vom Wirbelkanal aus durch die stark erweiterten Arteriae meningeae spinales geschieht. Er sieht in dieser Art der Blutzufuhr gleichfalls eine Anpassung an das Wasserleben, da sie die Blutzirkulation im Gehirn dem Einfluß des Wasserdruckes entzieht und so jede Störung während des Tauchens verhindert.

Während die Wale meistens gefellig ihre Bahnen in der weiten Wasserwüste zu ziehen scheinen, lieben die stumpffinnigen Seeschildkröten ein-

Über einen merkwürdigen Fall männlicher Brutpflege bei einer Urhart, dem Riesensalamander, berichtet Dr. Kerbert aus Amsterdam.*) Das im Jahre 1829 zuerst durch v. Siebold nach Europa lebend gebrachte Tier (*Megalobatrachus maximus* Schlegel) lebt in einigen Gegenden Japans in Gebirgsbächen und flüssen. Es ist sehr langlebig — das von Siebold eingeführte Tier starb erst 1881 im Zoologischen Garten zu Amsterdam, nachdem er weit über 1 Meter lang geworden war. Im Jahre 1893 gelangte derselbe Garten in den Besitz eines Männchens und eines Weibchens, die fast 10 Jahre lang in der trägen und stumpffinnigen Weise dahinlebten, die diesen Geschöpfen eigen ist. In der Regel lagen sie tage- und wochenlang bewegungslos, fast wie tot, auf dem Boden ihres Behälters, schnappten nur äusserst langsam nach den ihnen dargebotenen Fischen, scheuten das Licht und suchten immer die dunkelsten Stellen ihres Behälters auf.

Erst zu Anfang des August 1902 änderte sich ihr Verhalten. Sie begannen sich einander zu nähern und gegenseitig zu berühren, manchmal wurden zitternde und wellenförmige Bewegungen des ganzen Körpers wahrgenommen, und es war ungewiss, daß die Liebe sich auch dieser überaus trägen und stumpfen Geschöpfe bemächtigt hatte. Das Liebespiel dauerte nur einige Tage, ohne daß eine eigentliche Begattung beobachtet wurde. Am 18. September 1902 nachts legte das 0.85 Meter lange Weibchen zum erstenmal Eier ab, und zwar nicht einzeln, sondern in einer „rosenfranzänklichen“ Schnur verbunden, die von ihm in vielfachen Windungen um einen im Hintergrunde des Aquariums gelegenen Felsen geschlungen wurden. Leider waren diese Eier unbefruchtet, entwickelten sich also nicht. Im September 1903 wählte das größere, schon 1 Meter lange Tier auf dem Boden des Behälters im Sande eine deutliche Grube und am 19. des Monats legte das Weibchen abermals Eier, worauf es sich ganz ruhig hinter seinem Felsen niederlegte. Durch die heftigen Bewegungen der beiden Tiere während der Eiablage waren die Eier allmählich in die sandige Grube geraten, und hier wehrte das heftig erregte Männchen die kleinen Fische, die Mitbewohner des Aquariums, mit geöffnetem Munde von den Eiern ab. Es verließ seitdem die Eiermasse nicht mehr, bewachte sogar die ausgeschlüpfte Brut noch fortwährend und duldete nicht einmal, daß das Weibchen den Eiern zu nahe kam. Als dies einmal geschah, stürzte es mit sichtlich Wut auf die Mutter los und vertrieb sie. Entweder legt er sich einfach neben die Eier hin, oder er kriecht, wie dies in unserem Falle geschah, zwischen den verschiedenen Schnüren der Eiermasse hindurch, so daß sie ihn teilweise umhüllen. In beiden Fällen aber hält er, hauptsächlich durch eine pendelartige Bewegung des ganzen Körpers, von Zeit zu Zeit die ganze Masse in Bewegung und bewirkt so die für den Nahrungserwerb der Eier und Jungen höchst wichtige Wasserströmung.



Der Ribbonsfisch.

same Pfade, die sie nur selten einmal ans Ufer führen. Als ausgezeichnete Schwimmer, die ihre ganze Nahrung dem Meere verdanken, brauchen sie eigentlich auch nur der Eiablage wegen ans Land zu gehen. Einen dieser Riesen, eine 2 Meter lange und 500 Kilogramm schwere Lederschildkröte (*Dermatochelys coriacea*) hat man jüngst bei Blaye in der Garonnenmündung, 90 Kilometer vom Meere, gefangen. Das Fleisch der bis 800 Kilogramm erreichenden Tiere soll schädlich sein.

Damit nun dem Ernst der Wissenschaft das Satyrspiel nicht fehle, hat die Pariser Akademie der Wissenschaften in einer ihrer Sitzungen des Jahres 1904 auf Grund eines Berichtes des Kommandanten Esprit von der „Décidée“ die Seeschlange als Bewohnerin der Bai von Mong (Hinterindien) feierlich sanktioniert, wenn auch mit einigem Jagen; denn es sollte doch noch der mündliche Bericht der Schiffsoffiziere erwartet werden, bevor man eine wissenschaftliche Expedition zur feierlichen Einholung des gegen 55 Meter langen, schwarzen, gelbgefleckten Ungeheuers absende. Die Amerikaner dagegen nützlicheren Leute als die leicht begeisterten Gallier, präferieren uns in dem Ribbonsfisch (Bandfisch, *Cephalo taenia*) einen der „Väter“ der mythischen Seeschlange.

*) Zool. Anzeiger, Bd. 27 (1904), Nr. 10.

Die antarktische Tierwelt.

Dem Berichte des vorigen Jahrbuches über die arktische Tierwelt möge hier einiges über die bei weitem nicht so reiche Südpolarfauna folgen.

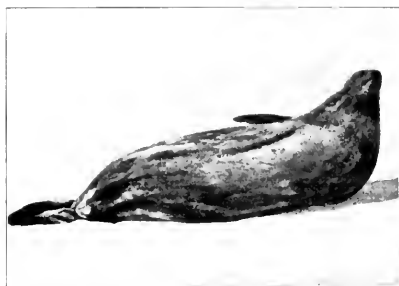
Ein anziehendes Bild von der bisher nur wenig bekannten Tierwelt des Südpolargebietes gibt Prof. Dr. E. Vankhöffen in Kiel,* der Zoologe der deutschen Südpolarexpedition. Da die Gangstation die für alles Leben ungünstigsten und daher charakteristischsten Verhältnisse bot, so wies sie bei weitem nicht so viele Lebewesen auf, wie etwa eine Lüste, welche die faunen sämtlicher um den Südpol gelegenen polnahen Gebiete zusammenfaßt.

Die Gangstation lag über dem Sockel des antarktischen Festlandes auf einem Meere von 585 Metern Tiefe, das durchweg, dem Salzgehalt von 3·3% entsprechend, 1·9 Grad Kälte zeigte. 90 Kilometer südlich von ihr erhob sich die Eisküste des Inlandsees, nur vom Gangberg unterbrochen, aus flachem Meere von der gleichen Temperatur. Ebenso weit nördlich von der Station fiel schon der Festlandsockel bis nahezu 3000 Meter ab; dort liegt also die Grenze der Antarktis. Die fauna dieser Tiefsee kommt also für die antarktische Tierwelt nicht in Betracht.

Von Säugetieren fanden sich nur Robben und Wale bei der Station ein. Letztere, der Art nach nicht sicher zu bestimmen, gehörten zu den Barren- und Zahnwalen; doch war die einzige wegen Fleisch und Speck geschätzte Gattung *Balaena* nicht darunter, so daß keine Hoffnung auf lohnenden Walfischfang in jener unwirtlichen Gegend vorhanden ist. Erkannlich war es zu sehen, wie sich die Tiere in mächtigen Sprüngen mit dem ganzen Körper über das Wasser erhoben. Ebensoviele wie auf Walfang ist in dem von der deutschen Expedition besuchten Gebiet auf lohnenden Ertrag für Robbenschläger zu rechnen. Während sich auf der eisfreien Küste der Heard-Inseln einige hundert See-Elefanten (s. Abb. Jahrb. II, S. 244) in Gruppen bis zu 15 dicht aneinander geschmiegt ruhend fanden, zeigten sich die Robben im Eise wenig gesellig und stets zerstreut, selbst zu Anfang des Sommers, als sie nach der Geburt ihrer Jungen in größerer Anzahl auf dem Eise erschienen.

Am Packeise schon fehlt der See-Elefant, der seinen Namen davon erhalten hat, daß bei den 5 bis 6 Meter Länge erreichenden Männchen in der Erregung die Nase rüsselartig hervortritt. See-Leoparden, so genannt wegen ihres gefleckten Fells, wurden im losen Packeise in wenigen Exemplaren stets einzeln auf Schollen liegend angetroffen. Ihre Heimat ist eben der äußere Gürtel der Packeisshollen nebst jenen Inseln, die derselbe erreicht, z. B. Süd-Georgien. In Größe steht der See-Leopard dem See-Elefanten kaum nach, ist jedoch schlanker, nicht so massig und daher behender. Sein gewaltiges Gebiß läßt vermuten, daß er ein echtes Raubtier ist, welches Robben und Pinguine anfällt.

Als echte Bewohner der Antarktis können erst zwei kleinere Seehunde, der Krabbenfresser (*Lobodon*) und die Rißrobbe (*Ommatophoca*) anerkannt



Weddell-Robbe.

werden, da sie tiefer ins Packeis eindringen. Der typische antarktische Seehund ist jedoch der falsche See-Leopard, die Weddell-Robbe (*Leptonychotes weddellii*), von dem James Weddell die erste Kunde brachte.

Sie ist im flachen Wasser im Gebiete des Festlandsockels bis zur Küste des Inlandsees überall zu finden, wo Löcher und Spalten das Auftauchen erlauben. Männchen und Weibchen waren von gleicher Größe, gegen 5 Meter lang, bei 2 Meter Leibumfang. Der Kopf erscheint im Vergleich zu dem mächtigen Körper klein. „Interessant war das Benehmen der Tiere, die den Menschen nicht kannten. Erkannt sahen sie bei der Annäherung desselben auf, um sich sogleich beruhigt wieder auf die Seite zu legen. Als Zeichen der Verlegenheit wurde es gedeutet, daß sie dabei possiertliche Kopf und Rücken kränkten, ohne daß irgend welche Hautparasiten dazu Veranlassung gaben. Selbst eine Mutter mit neugeborenem Jungen versuchte nie, den Menschen anzugreifen; harmlos drohend klapperte sie zuweilen mit den Kiefern und suchte sich so zu legen, daß sie zunächst dem Angreifer lag. Wurde das Junge fortgeschleppt, so froh die Mutter wie eine Ranpe demselben nach, den Kopf dem Eise angedrückt, die Schultern erhoben, und antwortete mit ähnlichen Tönen dem blöckenden Jungen. Anfang Oktober wird auf dem Eise das einzige Junge



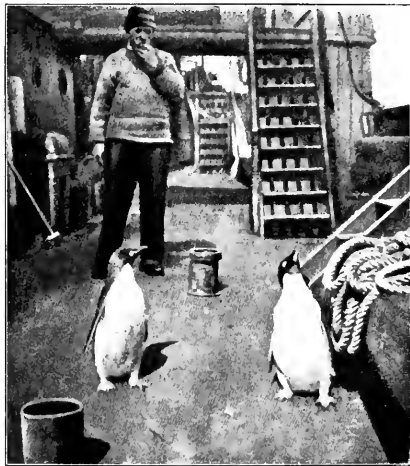
Kaiser-Pinguine auf dem Eise.

* Zeitschr. d. Ges. für Erdkunde in Berlin, 1904, Nr. 5.

geboren, das bei der Geburt bereits 1-50 Meter lang ist. Zwillinge haben wir nicht gefunden."

So schwerfällig die Tiere auf dem Lande erschienen, so gewandt bewegten sie sich im Wasser, in dem sie auch unter dem Eise dahinschießen. Ihre Nahrung besteht aus Fischen und Tintenfischen; von ersteren wurden oft mehrere hundert Stück von 15 Zentimeter Länge, von letzteren meist Schnäbel und Augen, die am wenigsten verdaulichen Reste, im Sechundmagen gefunden. Fleisch und Leber der Robben wurde gern gegessen, der Speck lieferte Tran für Beleuchtung, die jungen Felle wurden zur Bekleidung verwertet.

Weit häufiger als Robben zeigten sich Pinguine beim Schiff, von denen nur zwei Arten echte Ant-



Adelie-Pinguine an Bord.

arktiker sind, der nach seiner imponierenden Gestalt benannte Kaiser-Pinguin und der von Dumont d'Urville im Adelieland entdeckte Adeli-Pinguin. Der bis 55 Kilogramm schwere Kaiser-Pinguin (*Aptenodytes Forsteri*), blaugrau an Rücken und Flügel, sonst schön schwarz und weiß gezeichnet, mit orangegelbem Fleck an den Halsseiten, erschien in Scharen bis zu 200 Stück, darunter Junge im Dunenkleid und unansehnliche ältere. „Gravitätisch marschieren sie auf dem Eise, hochaufrichtet bleiben sie stehen und krähen, wenn sie etwas Auffallendes, Menschen, Hunde oder andere Pinguine bemerken. Neugierig kamen sie in solchen Fällen heran und fielen meist ihrer Ueigier zum Opfer. Auf glatten Schneeflächen kriechen sie auf allen Vieren, mit den Flügel sich stützend, mit den Füßen nachschiebend, so schnell dahin, daß ein Mensch ihnen kaum folgen kann. Ihre Nahrung finden sie unter dem Eise, wo sie kleinere Fische und Tintenfische verfolgen. Die Füße still haltend, nur mit den Flügel schlagend, flogen sie im Wasser wie andere Vögel in der Luft. Regelmäßig im Magen vorhandene kleine Steine deuten an, daß sie im flachen Wasser bis zum Grund tauchen. Ge-

sättigt kehren die Pinguine zu offenen Stellen zurück, zu denen ein Lichtschein sie leitet. Ohne die Fahrt zu mäßigen, flogen sie dann aus dem Wasser bis zu Mannshöhe heraus und fielen mit der durch Speck und Federkleid gepolsterten Brust auf das Eis herab."

Weit seltener zeigten sich die Adeli-Pinguine; doch erschien ihnen wie den Kaiser-Pinguine die Hegung zum Brüten zu unwirksam; auch den Gaußberg mieden beide Arten. Nur halb so groß wie die Kaiser-Pinguine, waren die einfach weiß und schwarz gefärbten Adeli-Pinguine (*Pygoscelis Adeliae*) doch viel lebhafter und gewandter als diese. Beim Herauschnellen aus dem Wasser fielen sie nicht auf die Brust herab, sondern kamen immer auf die Füße zu stehen. Stets kampfbereit, gackernd, mit Flügel und Schnabel um sich schlagend, drangen sie oft auf die Hunde ein, wobei sie jedoch regelmäßig den kürzeren zogen, wann auch die Hunde im ersten Augenblick erschreckt zurückwichen. Dies Benehmen deutet auf Feinde hin, die wohl in Raubmöven (*Lestris Macormicki*) und Riesensturmvögel (*Ossifraga*) zu suchen sind. Diese fallen besonders franke und junge Pinguine an und verzehren die Toten. Nicht selten sah man besonders die Riesensturmvögel in Gruppen um einen tödlich verunmündeten Pinguin sitzen und dessen Ende erwarten.

Gelegentlich erschien neben diesen Möven der braune antarktische Sturmvogel (*Thalassoea*) in Scharen, aber Brutplätze wurden von keinem dieser Tiere gefunden. Dagegen brüteten in den Lavahöhlen des Gaußberges zwei andere Sturmvögel, die reinweiße *Pagodroma* und die kleine schwarze *Sturmschwalbe* (*Oceanites*). Beide ernähren sich von kleinen leuchtenden Krebschen, die sie bei ihren nächtlichen Ausflügen im Schneeblei an Spalten finden. *Pagodroma* huschte oftmals wie ein leichter Schatten vorbei, nur durch die Schwärze ihrer Augen, ihres Schnabels und der Füße bei sonst atlassglänzendem Gefieder sichtbar. Sie war so wenig scheu, daß sie, von einem Besucher aus ihrer Höhle herausgeworfen, am Tage wieder dahin zurückkehrte.

Der Fischfang, unter dem 5 Meter dicken Eise recht schwierig, förderte acht, etwa fünf verschiedenen Gattungen angehörige Fische zu Tage. Die an der Oberfläche sich haltenden Arten suchten mit Vorliebe enge Spalten und Löcher im Eise auf, wahrscheinlich um den Nachstellungen der Robben zu entgehen, was ihnen, nach vielfachen ausgehüllten Verlegungen der Schwanzflosse zu schließen, oft nur mit Mühe gelang.

Überaus reich ist die niedere Tierwelt, so wohl die den Meeresgrund besiedelnden Korallen, Moostierchen, Polypen, Kalk- und Kieselchwämme, Schlangen- und Haarsterne, Seeesterne, Seeurken und Seeigel, Nachtschnecken und Krebse, als auch besonders die in gewaltigen Scharen auftretenden großen und kleinen Klotzkrebse (*Amphipoden*), die hier wie im hohen Norden die Küsten beherrschen. Ihnen ist es ein leichtes, in kurzer Zeit selbst die großen Körper der Robben zu vertilgen. Die Expedition machte sie sich nutzbar, indem sie ihnen Robben und Pinguine zum Skelettieren anvertraute. In

24 Stunden blieben von einem großen abgehäuteten Pinguin nur die fein präparierten Knochen und Schnenbänder übrig. Das mitgebrachte reichliche Material an niederen Tieren verspricht wichtige Aufschlüsse über manche ungelöste Frage der Tierphysiologie und Tiergeographie.

Sehr dreist ist die Schilderung, welche Carpen Vorhager (*)) von den Pinguinen entwirft. Er beobachtete sie während der Expedition der „Southern Cross“ (1898—1900) am Kap Mäde an der Westküste von Neuseeland, unweit der beiden von Ross entdeckten antarktischen Vulkanriesen Erebus und Terror. „In ihrem Gang“, schreibt er, „glichen sie den alten Matrosen, die, weil sie sich immer auf Deck bewegen, wie der Ozean rollen. Die Vögel treten mit dem ganzen Fuß auf, der dick und fleischig ist und ihnen das Aussehen gibt, als gingen sie in Galoschen.“

„Ständig wuchs die Menge der Pinguine, die täglich am Kap Mäde ankamen. Wir gingen hinaus und studierten ihre Reihen in höflichem Abstande. Sobald aber ein Pinguin aus der Reihe uns entdeckte, verließ er den Weg und arbeitete sich, von seinen Kameraden gefolgt, vorsichtig in dem losen Schnee zu uns durch, indem er bei jedem Schritt seine Galoschen so hoch hob, daß wir sie über dem Schnee sehen konnten.“

„Als der erste an uns herangekommen war, machte er Halt und wandte sich nach seinen Kameraden um. Da entstand dann sofort eine laute wissenschaftliche Auseinandersetzung. Sie hielten mit ihren Schnäbeln auf uns los, zogen an unseren Kleidern, untersuchten uns genau, und nachdem der erste Pinguin seine zoologische Ansicht über uns geäußert hatte, schritt er, von den anderen gefolgt, in einigem Abstand um uns herum, bis die Menge aller sichtbar befriedigt war. In der stolzen Überzeugung, eine neue Art von Pinguinen entdeckt zu haben, setzten sie ihren Weg zu ihren alten Brutplätzen fort.“

„Die Pinguine“, heißt es des weiteren, „sind Monogamisten und halten ihren Ehevertrag sehr hoch; deshalb herrscht auch in der Hauptstadt des Polarlandes große Moralität. Doch nur auf dem eozöischen Gebiet.“ Denn sonst benützte man jede Gelegenheit, sich gegenseitig die Steine zum Nestbau zu entwenden und mit der unschuldigen Miene sein eigene Verwerf zu tragen. Auch die Eitelkeit gehört zu ihren größten Schwächen: nur kein Schmutz fleck auf der weißen Weste!

Unsere gefiederten Freunde auf der Wanderung.

Einer nach dem anderen gehen sie dahin, die großen Vogelhandigen des verfloßenen Jahrhunderts, und freudig müssen wir es deshalb begrüßen, wenn sie noch rechtzeitig die Summe ihrer reichen Erfahrung ziehen, wie es jüngst die beiden weitbekannten Veteranen, die Brüder Adolf und Karl Müller, hinsichtlich des Vogelzuges getan haben. Was sie über das Wesen dieser merkwürdigen Erscheinung, der sie während des größten Teiles ihres Lebens „gepaumteste Aufmerksamkeit und

Ergründung“ zugewandt haben, zu sagen wissen, dient teils zur Ergänzung und Vervollständigung, teils zur Korrektur dessen, was der erste Jahrgang (S. 204) über die Wanderungen der Vögel gebracht hat.

Manche Ornithologen haben den Nahrungsmangel als einzige Ursache des Zugphänomens betrachtet und dabei den Unterschied zwischen Streichen, Wandern und Ziehen außer Betracht gelassen. Die Brüder Müller geben das Nahrungsbedürfnis als Grund für die Bewegungen der Strichvögel, die zigeuner- oder nomadenhaft von flur zu flur, von Gebirge zu Tal, unbeständig und auf kurze Strecken hin und her ziehen, zu. Ebenso wird auch das Wandern durch Mangel in der Ernährung, an Lebensbedürfnissen erzeugt; es kann nach jeder Richtung hin sich vollziehen, geht über viel weitere Räume als das Streichen und läßt die Wandernden da Halt machen, wo sie hinlänglichen Unterhalt finden. Als Beispiel sei an die Wanderungen des Steppenhubners (*Syrhaptes paradoxus*) in den Jahren 1865 bis 1865 und später erinnert.

Anders verhält sich die Sache mit dem Juge, zu dem die Vogelschar unserer gemäßigten und der kalten Zone das Hauptkontingent stellt. Im Süden, wo der die Wärme liebende und suchende Vogel stets zuzugende Lebensbedingungen findet, bedarf er einer Ortsveränderung nicht und bleibt auch regelmäßig in seinem Heim. Aber den nördlicher wohnenden Scharen, die schon im Nachsommer und noch viel mehr im Herbst das vermissen, was ihnen zum Fortbestehen nützlich — intensiveres Licht, Wärme —, ihnen ist das Reisen Bedürfnis. Und das Bemerkenswerteste dabei: zu dieser Reise sind die Zugvögel auch alle körperlich wohl vorbereitet. Keiner ist mager, alle sind kräftig, die meisten sogar wohlgenährt von dem reichlichen Segen des Nachsummers und Herbstes, da ihnen noch der Tisch vollgedeckt ist. Das ist vor allem ein sprechendes Zeichen, daß nicht Mangel an Nahrung, also auch nicht das Suchen danach Ursache des Reisens sein kann. Stärkeres Bedürfnis nach Licht und vor allem nach Wärme sind der treibende Grund des eigentlichen Vogelzuges. Da nun aber die Abnahme der Wärme und die damit verbundenen Luftströmungen im Herbst einen zwar stetigen, aber säumigen Verlauf nehmen, die Sonne noch ihre Gewalt hat, so daß die Schauer einer kälteren Luft schicht noch nicht schroff eindringen oder überhandnehmen können, so vollzieht sich der Fortzug im Herbst so langsam, zögernd, ja regellos. Die Vögel können sich von der überall noch wirtlichen, heimischen Natur kaum trennen.

Sind es für den Wegzug die schon im August leise einsetzenden kälteren Polarströmungen, also für unsere Gegenden die vorherrschenden Nordwest-, Nord- und Nordostwinde, welche den Anstoß geben, so vollzieht sich umgekehrt zu Beginn des Frühlings ein Vordringen und Herrschen der südlichen Strömungen unter allmählichem Nachlassen des Polarwindes, wodurch der Her- oder Rückzug wachgerufen wird.

Diese an ganz bestimmte Zeit, ja nicht selten an Tage gebundene Wiederkehr des Zugtriebes, welcher als unüberwindlicher Drang auftritt, ist nur als vererbte Gewohnheit zu erklären, als ein in

*) Das Festland am Südpol. Breslau 1904 (Schottländer).

die Natur des Vogels tief eingedrangenes, durch Vererbung von Geschlecht zu Geschlechtern wachsendes und fixiertes Movens, welches seine Macht übt, sobald das leicht erregbare Nervensystem des Vogels von den Naturereignissen beim Wechsel der Jahreszeiten berührt wird. Wie diese Naturveränderungen im Laufe der Zeiten sich aus den ursprünglich verworrenen Verhältnissen früherer Erdperioden, zuletzt der Eiszeit, nach und nach zu dem jetzigen regelmäßigen Jahreszeitenwechsel entwickelten, ebenso hat sich der anfänglich gewiß mangelhafte, unregelmäßige, zerstreute und gewiß höchst unsichere Zug der Vögel zu den alljährlich eintretenden regelmäßigen Reisen der gefiederten Welt herausgebildet.

In den Windströmungen zur Herbst- und Frühlingszeit haben wir also den großen Führer unserer Vögel auf ihrer Pilgerschaft. Wohl ergänzt und regelt der Vogel diese Anleitung erheblich durch seinen außerordentlichen Ortsinn, vermöge dessen er das Tal, die Klur, den Hain oder das Gehölz und das Haus nach den Hunderten und Tausenden von Stunden Weges wiederfindet. Aber der Weder und Führer der Vögel ist die Windströmung in der Richtung des Zuges, weshalb sich auch die Brüder Müller entschieden gegen die „laienhafte“ Annahme wenden, daß das Ziehen gegen den Wind stattfinde. Dem Wind folgend, unternehmen einige Vogelarten, z. B. die weiße Nachtelze und der große Steinschnäher, selbst die erstaunliche Reise über den Atlantischen Ozean nach Europa und zurück zu den bekannten Zugzeiten im Frühling und Herbst. Neben der Schnelligkeit des Fluges, die es nach Gätke manchen Vögeln erlaubt, in 12 bis 16 Stunden von Grönland bis Island oder Helgoland zu fliegen, kommt hierfür noch der Umstand in Betracht, daß selbst kleine Vögel, wie Drosseln und Schneeammern, auf ruhiger See einfallen, sich schwimmend erhalten und wieder erheben können.

Die unsäglich schnelle, mit der viele Zugvögel sich bewegen, erscheint gerade in der dünnen Luft der hohen Regionen möglich, die nach den Brüdern Müller entgegen der Annahme K. Flörkes von den Vögeln beim Ziehen doch vielfach aufgesucht werden. Gleich dem Astronomen Tennant hat Gätke Vögel in einer Höhe gesehen, welche eine deutsche Meile über dem Meeresspiegel sich befand. Es muß angenommen werden, daß der in so rasender Schnelligkeit segelnde Vogel das nötige Quantum Sauerstoff aus der verdünnten Luft in den höheren Regionen eben durch die ungeheure Geschwindigkeit zugeführt erhält. Es verdichtet sich auf diese Weise die Luft in den Lungen der Vögel. Das beweisen schlagend die Wahrnehmungen von Luftschiffern in 7–8000 Meter Höhe in Luftballons, wo mitgenommene Tauben in Erschlaffung gerieten; ließ man sie aber in solchen Höhen vor gänzlicher Erschlaffung fliegen, so eilten sie nach kurzer, taumelnder Bewegung mit rasender Schnelligkeit davon. Unsere beiden Ornithologen bringen einen Beweis dafür, daß mitteleuropäische Vögel wirklich, wie Gätke annimmt, die Strecke von Afrika her in einem Tage zurücklegen können: im Magen eines Kuckucks wurden noch unverdaute Knospenreste von einem Strauche gefunden, der nur

in Afrika vorkommt; im Hinblick auf das ungewöhnlich rasche Verdauungsvermögen des Kuckucks liegt es auf der Hand, daß der Vogel von Afrika nach Deutschland in unglaublich kurzer Zeit gezogen sein muß.*)

Die obigen Angaben über die Höhe des Vogelfluges begegnen neuerdings starken Zweifeln. Auf dem fünften internationalen Zoologenkongreß 1901 teilte v. Lucanus mit, daß die Luftschiffer auf ihren Fahrten Vögel selten in Höhen von mehr als 400 Metern über dem Boden angetroffen haben. Die weitere Mitteilung, daß Brieftauben, die in 1600 Meter Höhe ausgelegt wurden, gar nicht zu fliegen vermochten, sondern einfach herabsanken, machte es dann überhaupt unwahrscheinlich, daß die Vögel in solchen Höhen fliegen können.

Gegen diese Beweisgründe wendet sich auf Grund der Arbeiten Max Baers über die Atmungsorgane der Vögel Dr. Rabes Herbst. Der Bau der Lungen und Luftsäcke sowie ein eigener Mechanismus beim Atmungsprozeß im Flug befähigen den Vogel, trotz der gewaltigen Muskelarbeit beim Fliegen und des dadurch ungemessen gesteigerten Sauerstoffbedarfes in so luftstümigen Regionen mit Leichtigkeit und auch genügend atmen zu können. Die Stellung der Nasenlöcher sowie die Schnelligkeit des Fluges ermöglichen es, daß die Luft ganz ohne Zutun des Vogels in die Luftröhre eintritt und teils die Lunge durchstreicht, teils die Luftsäcke in den Leibeshöhlen und Knochen füllt. Letztere dienen nicht etwa als Luftreservoir, sondern besorgen den Wechsel der Atemluft, da bei der flügelbewegten die den flügel zunächst liegenden Luftsäcke abwechselnd erweitert und verengt werden und so eine Luftzirkulation in den miteinander in Verbindung stehenden Luftsäcken entsteht, während den Lungen nur der chemische Teil des Atmungsprozesses, der Gasaustausch, obliegt.

Was nun die oben angeführten Beobachtungen auf Ballonfahrten betrifft, so widerlegen sie nach Dr. Rabes Meinung den Hochflug durchaus nicht. Erstlich ist es gar nicht erstaunlich, daß so wenig Vögel in Höhen von über 400 Metern angetroffen werden; sie sind doch auf den Erdboden als auf ihr Nahrungsgebiet angewiesen und haben deshalb, mit Ausnahme der Raubvögel, nur in besonderen Fällen Veranlassung, sich in größere Höhen aufzuschwingen. Solch ein Ausnahmefall ist ja aber der Herbst- und Frühlings-Wanderzug. Und auch in den wenigen Tagen des Wanderzuges wird es sich selten treffen, daß Luftschiffer gerade in den Höhen treffen, die die einzelnen, überdies oft in der Nacht ziehenden Vögel bevorzugen, bzw. durch gerade wehende Winde gezwungen sind, einzunehmen. Das Herunterfallen der Brieftauben aus 1600 Meter Höhe widerlegt die Fähigkeit des Hochfluges auch nicht; denn gewöhnlich wird doch der Vogel ähnlich wie in niedrigeren, dichteren Luftschichten in dünnere emporsteigen. Dort kann er dann einerseits wegen des vermindernten Luftdruckes schneller fliegen, andererseits muß er sogar schneller fliegen, um seinem gewaltigen Atmungsbedürfnis, gemäß dem Mechanismus der Atmung im Flug, genügen zu

*) Ornitholog. Monatschrift, Jahrg. 28 (1903), Nr. 4.

können. Der passiv im Korbe hinaufgeführte Vogel dagegen befindet sich in Ruhe, atmet wie jedes Säugetier, d. h. selbsttätig, ist noch wenig an so dünne Luft gewöhnt, seine Lufsfäche sind wahrscheinlich nicht so prall gefüllt, wie es beim schnellen Fluge geschieht, kurz, er befindet sich in einer ganz anderen Lage, als wenn er diese Höhen erflogen hätte, und es erscheint nicht sonderbar, daß er, plötzlich ausgesetzt, zunächst ein ganz beträchtliches Stück fällt. — Zum Schluß fordert Dr. Rabes erneute Beobachtungen.*)

Herr J. Thienemann, der Leiter der Vogelwarte Rossitten auf der Kurischen Nehrung, berichtet über die Fortsetzung seiner Versuche mit eingefangenen, durch einen bezifferten Fußring gekennzeichneten und darauf wieder freigelassenen Krähen (*Corvus cornix*). Es geht darans hervor, daß manche Krähen wohl überwintern, andere aber im Herbst südwärts ziehen und im Frühjahr ungefähr auf derselben Straße wieder nach Norden zurückkehren. Der Rückzug wird von der Kurischen Nehrung auch nach Norden zu noch fortgesetzt, und zwar immer an der Küste entlang, denn eins der Tiere wurde in Peterhof, 20 Kilometer südwestlich von St. Petersburg, ein anderes 8 Kilometer von der Küste Südrusslands geschossen.

Eine bemerkenswerte Zugserscheinung zeigte sich vom 17. bis 25. April 1904. Während schon am 17. April 1902 ein großartiger Raubvogelzug beobachtet worden war, war diesmal der 20. der interessanteste Tag. Der schon früh 6 $\frac{1}{2}$ Uhr im Gange befindliche Zug bestand namentlich aus Sperbern und Buchfinken, die sich vor ihren geschworenen Erbsenden durchaus nicht zu fürchten schienen. Alles zog friedlich nebeneinander her, obwohl sicher anzunehmen ist, daß die Sperber gerade in Gesellschaft mit Kleinsögeln ziehen, um unterwegs immer bequem Nahrung erlangen zu können.

Die Sperber hielten sich an der Offseite der als Bruchberge bezeichneten freigelegten Dünen ziemlich niedrig, sie zogen fast genau gegen den ziemlich steifen Nordost, der ihnen etwas rechts von vorn kam. Abirgins ging es sehr gemütlich vorwärts, durchaus nicht in rasender Eile. In dem Zuge waren alle Altersstufen vertreten, die Männchen allerdings stark in der Überzahl. Der Zug, der etwa eine Woche dauerte, hing nur sehr lose zusammen. Um einen auf der Spitze des Berges weithin sichtbar aufgestellten Ahn kümmerten sich weder die Sperber noch die sonstigen regelrecht durchziehenden Raubvögel. „Man darf“, sagt J. Thienemann, „die Regel aufstellen, daß sich ziehende Vögel, wenn sie durch irgend einen Umstand, namentlich durch bevorstehenden Wetterumschlag (der an dem genannten Tage noch eintrat) zur Eile angetrieben werden, um nichts kümmern, was auf der Erde vorgeht und was sonst ihre Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt.“ Haben die Vögel „schlechtes Wetter im Kopfe“, so packen die Krähenfänger auf der Nehrung bald ihre Netze zusammen, es ist dann kein Fang zu erwarten.

Großartig war die Menge der am 20. April untermischt mit einigen Vergfinten ziehenden Buch-

finken, für die sieben Stunden des Vormittags etwa 14.000. Sie flogen in 5 bis 8 Meter Höhe über dem Erdboden dahin, größtenteils im Windschutze auf der Westseite des Berges, viele aber auch auf dem Dünenkamm, direkt dem Gegenwinde ausgesetzt. „Es ist übrigens, um den mancherlei Vogelzuggräten noch ein neues hinzuzufügen, oft gerade wunderbar, zu betrachten, mit welchem Eigensinn eine Vogelzugfette an einer einmal gewählten Linie festhält. Immer dieselben Büsche, dieselben Bäume werden überflogen, auch wenn sich die einzelnen Vogeltrupps für menschliche Begriffe außer Sichtweite vorwärts bewegen. Man fragt sich da stets: woher wissen die nachziehenden Scharen, daß ihre Vorgänger gerade da und nicht nebenan geflogen sind, da doch wahrlich Platz genug vorhanden ist.“ Die ziehenden Finkenzwärme, die in Zügen von 5 bis 50 Stück vorüberkamen, bestanden meist aus Männchen, doch waren auch Weibchen darunter.*)

Über einen Wechsel der Zugstraße seitens der Kraniche berichtet L. Burbaum (Raubheim a. M.). Nach seiner Erinnerung kamen jedes Frühjahr ganz bedeutende Kranichzüge den Oberrhein entlang und zogen hier über den Main der Wetterau zu; im Herbst ging der Zug umgekehrt. In den letzten Jahren ist darin eine Änderung eingetreten, indem sich die Kranichzüge in der Gegend von Raunheim sehr vermindert haben. Sie schwenken nach einbezogenen Erdkundungen seit einigen Jahren schon in der Gegend von Worms ab, gehen am Rande des Odenwaldes entlang über Darmstadt und Groß-Gerau und überschreiten den Main bei und oberhalb Frankfurt.

Warum die Kraniche ihre alte Zugstraße auf einmal verlassen und einen anderen Weg einschlagen, möchte schwer zu ergründen sein. Auch ist es merkwürdig, daß die nachfolgenden Züge die neue Richtung der vorhergehenden einschlagen und dadurch eine andere Zugstraße bilden. Ob die Tiere in späteren Jahren ihre alte Zugstraße wieder aufsuchen werden, bliebe abzuwarten, unmöglich wäre es nicht.**)

Geflügeltes Allerlei.

Die Fülle von interessanten und wichtigen Beobachtungen, die unablässig von Hunderten eifriger Ornithologen allerorten gemacht werden, vollständig zusammenzufassen, ohne in trockene Aufzählung zu verfallen, bedürfte es allein eines Bändchens von der Stärke des vorliegenden Jahrbuches. Wenn ich daher, aus der Menge wenigens auswählend, bei der Vorzeit unserer Vogelwelt anknüpfe und etwas über seltener werdende Großvögel, neue Überwinterer, über die Änderung von Lebensgewohnheiten und merkwürdige Besonderheiten, über das Sammeln und Verbergen von Futtervorräten und den Tausch und Schaden einiger Arten berichte, so hoffe ich, die Absolution auch der Leser zu erhalten, die noch diesen oder jenen anderen Punkt gern berührt gesehen hätten.

*) Ornithol. Monatsberichte, 12. Jahrg. (1904), Nr. 7/8.

**) Der Zoolog. Garten, 45. Jahrg. (1904), Nr. 8.

*) Naturwiss. Wochenschrift, III. Jahrg. (1904), Nr. 21.

Wie sah die Vogelwelt unserer Breiten dreissig viertausend Jahre vor Christi Geburt aus? Nach dem Berichte Herlus Wines über Erdkunde von Vogelfknochen in Dänemark zu schließen, nicht wesentlich anders als heute.*) Die bei weitem überwiegende Menge der von ihm geprißten Knochen lieferten die sog. Küchenabfallhaufen der älteren Steinzeit, teils aus dem Ende der Zeit, da die Kiefer der vorherrschende Waldbaum war, teils aus der Eichenzeit. Die ältesten Funde dürften sich aus dem Zeitraum 4000 bis 3000 v. Chr. schreiben. Das nur 54 Arten umfassende Verzeichnis enthält sicherlich nur einen kleinen Teil der damals lebenden Arten, und diese sind zumist auch jetzt noch in Dänemark vertreten. Nur aus dem Dasein zweier Arten, des Auerhahnes und des Schwarzspechts, läßt sich schließen, daß die Natur doch eine etwas andere war als gegenwärtig; sie sind Zeugen der ehemaligen Kiefernwälder. Der Auerhahn, längst ausgestorben, war schon in historischer Zeit in Dänemark unbekannt und der Schwarzspecht besiedelt das Land nur äußerst selten. Der noch zur Eiszeit in England nistende Riesenpelikan (*Pelecanus crispus*), der jetzt nur in Südosteuropa bis zu den unteren Donauländern (Донбасс) vorkommt, ist vielleicht gerade kein Beweis für eine andere Natur des Landes; er mag gleich dem flügellosen Alk, der Sumpfschildkröte und verschiedenen Säugetieren vom Menschen angetötet sein. Die vielen großen Arten, die auch jetzt noch in geringer Menge auftreten, geben uns eine Vorstellung von dem Reichtum der Vorzeit im Vergleich zu unserer vogelarmen Gegenwart. Manche dieser großen Arten mögen damals in Dänemark gebrütet haben. Das im Anhang (II) vollständig gegebene Verzeichnis enthält außer den schon genannten Vögeln fünf Entenarten, drei Schwäne, vier Möven, den schwarzen Storch, die Nebelkrähe, den Kranich, den Reiher, zahlreiche Raubvögel, zwei Spechte, also im ganzen zahlreiche Wasser-, Sumpf- und Waldvögel, bei auffallend wenigen kleinen Sängern, deren zarte Knochen allerdings den Jahrtausenden wenig Widerstand bieten könnten.

Im Anschluß an die Mitteilungen, welche der I. Jahrgang (S. 208) über das Leben des Storchs brachte, sei hier über die Beobachtungen G. v. Burgs an den Störchen von Solothurn berichtet. Obwohl der Kanton nur noch geringe Sumpfstrecken, wohl aber 50 Prozent Wald aufweist, zählt man je nach den Jahren 20 bis 25 bewohnte Nester, die sich auf zehn Gemeinden verteilen. Die meisten Nester sind auf Strobdächer gebaut, einige auf Birken. Seit einigen Jahren nehmen in Solothurn wie anderwärts in der Schweiz die Störche an Zahl zu, wohl infolge der Verfolgungen in Deutschland, meint der Verfasser.

Da nun seit dieser Zeit die Zahl der Storchpaare stets größer ist als die der Nester, und der Storch nicht gern zum Nestbau schreitet, so vagabundieren stets einige lehtjährige Störche, wohl ausnahmslos Männchen, in der Gegend umher. Bis Mitte Mai etwa geduldet, werden sie dann von den

anfälligen Störchen verfolgt und halten sich von nun an meist an Orten auf, die von den anderen nicht besucht werden. Hier und da, namentlich im Juli, rotten sie sich zusammen und unternehmen große Ausflüge, wobei sie in Höhen von über 1000 Metern über dem Boden fliegen. Jähren gesellen sich gegen Ende Juli die Jungen bei, mit denen sie vielleicht auch abreisen; denn diese ziehen am 1. August und auch wohl schon früher vor den Alten ab.

Meist von Mitte August an finden große Versammlungen von alten Störchen statt, gewöhnlich stramm „prädiert“. Entweder klappert ein einzelner oder die ganze große Gesellschaft; im letzten Falle erfolgt eine allgemeine Erhebung der Gesellschaft in die Luft und Wegzug. G. v. Burg berichtet auch über das vielfach bestrittene sogenannte „Storchgericht“. Schon einigemal sei es vorgekommen, daß bei solchen Versammlungen Störche von den Gefährten verfolgt, verwundet und selbst getötet werden. Mitte August 1899 fand in Egerkingen eine Versammlung von 150 Störchen statt; dabei wurde einer derselben überfallen und mit Hieben traktiert; mit Not entkam er. Von da an bis zum Frühjahr 1900 beobachtete man stets einen Storch im Gän („Gegend der „Storchendörfer“), vielleicht das mißhandelte Männchen. Auch im Kanton Nargau wurden diesmal überwinterte Störche beobachtet.

Eigentümlich berühren bei Störchen, die als treue Gatten gelten, Fälle von Bigamie, wie sie v. Burg anführt. Schon vor vielen Jahren, nämlich 1859, war ein alter Storchvater in Wangen mit zwei „Weibern“ verheiratet, die beide Eier legten, ausbrüteten und die Jungen mit Hilfe des Storchs aufbrachten. Ende der Sechzigerjahre, etwa 1867–1870, also während vier Sommer, geschah ein Gleiches ebenfalls in Wangen; der alte Storch, das Männchen, hatte zu Beginn des schlimmen Haushaltes schwere Kämpfe zu bestehen, doch blieb er stets Sieger. Auch 1900 und 1901 geschah das nämliche in Gunggen, zum Entsetzen mancher abergläubischen Leute!

Ein schlimmes Jahr für die Schweizer Störche, ja für die gesamte Vogelwelt des Kantons war das Jahr 1902, besonders seit dem Mai, mit dessen Beginn eine den ganzen Monat anhaltende, von starker Kälte begleitete Regenperiode anbrach. Den Störchen begann unheimlich zu werden; schon am 15. Juni erhielt v. Burg Nachricht, daß 1 bis 5 Wochen alte, manchmal schon recht entwickelte Störche aus dem Nest geworfen würden; offenbar fehlte es den Alten, von denen selbst verschiedene im Mai verhangerten, an Nahrung für die Brut. Alles Tierleben stockte: aus dem Untkreise von 1 Kilometer erhielt unser Gewährsmann wohl 50 Nester mit abgestorbenen Eiern und toten Vögeln, namentlich von Buchfink, Amsel, Goldammer, Stegflitz, Ringeltaube, Singdrossel u. a. Kaum zwanzig junge Störche sind im Jahre 1902 aus der Gegend nach Süden gereist, alle anderen waren schon im Ei oder während des nagkalten Juni als Brutjunge umgekommen.*)

*) Wissenschaftl. Mitteil. für d. naturwiss. Verein in Kopenhagen. 1905.

*) Ornithol. Monatschrift, 28. Jahrg. (1905), Nr. 6.

So wird das Jahr 1902 mit seinem Maienwetter als eines der fürchterlichsten Unglücksjahre den Störchen am schweizerischen Jura in Erinnerung bleiben!

Erfreut sich schon der Storch wegen der wirklich oder vermeintlich von ihm angerichteten Schäden nicht der Schöpfung, die er allein schon wegen seiner Stellung im Landschaftsbilde, nebenbei doch wohl auch ein wenig wegen seiner mythologischen Bedeutung als „Seelenbringer“ und „Seelenverschlinger“ im germanischen Volksglauben verdiente, so kommt der noch seltenere Fischreier (*Ardea cinerea*) erst recht schlecht weg. In einem sehr lehrswerten und interessanten Büchlein nimmt H. Krohn den Fischreier warm in Schutz gegen die einseitige Verurteilung zur Ausrottung, die er als Fischräuber sich zugezogen hat. Die Schädlichkeit des Reihers wird gerade wie die des Storches unter der Einwirkung der menschlichen Selbstsucht meistens übertrieben vergrößert; durch maßvolle Einschränkung seiner Kopffzahl, da, wo es wirklich angebracht ist, würde derselbe Zweck erreicht werden wie durch die gegenwärtig auf das Abschlußprämienystem begründeten recht kostspieligen Maßnahmen. Auch den Fischreier als einen großen, durch Haltung und Bewegungen sowie durch sein Kolonienweises Herstellen bedeutenden Schreitvogel, der einen Zug der natürlichen Landschaft bildet, würden wir nach völliger Ausrottung bitter vermissen.

Von den 175 Kolonien, die Krohn in deutschen Reiche ermitteln konnte, sind 79 mindestens als erloschen zu betrachten, so daß gegenwärtig kaum 96 mit etwa 1500 bis 2500 Brutpaaren bestehen werden. Nach der Karte scheinen die noch bewohnten Reiherkolonien besonders in Nordwestdeutschland, im Wesergebiet und in Holstein sowie in Ostpreußen gelegen zu sein. Vielleicht könnte eine Wiederbelebung der Falsnerei zu dem Zwecke, den Kriegsbrieftauben des Feindes Eintrag zu tun, die Vernichtung des Reihers aufhalten.*)

In welchem Maße die Ausrottung vor sich geht, ergibt sich aus Angaben F. Helms über den Fischreier in Sachsen (Journal für Ornithol., Bd. 52, Heft 5). Danach gewährte der Sächsische Fischereiverein von 1884 bis 1902 die Dreimarkprämie für Reiherr 154 mal, dabei kommen aber noch lange nicht alle erlegten Vögel zur Prämierung. Allerdings macht er sich in mancher Gegend bei den Fischfischen durch zahlreiches Auftreten unliebsam bemerkbar; die infolge Mondschlums sehr hellen Nächte hat man ihn sogar im Wasser des Teiches nach Fischen spähend verbringen sehen.

Die Zahl der überwinterten Vögel ist, nach genannten Beobachtern, weit beträchtlicher und artenreicher als man gewöhnlich annimmt. So berichtet z. B. W. Hennemann in seinen „Ornithologischen Beobachtungen aus dem Sauerlande im Jahre 1902“ von dem Überwintern von Ringeltauben, Starren, Buchfinken, Amseln und Mistkehlchen (Ornith. Monatschrift 1905, Nr. 6). H. Oberbeck hat in den letzten Jahren gleichfalls vereinzelte Ringeltaubenpärchen bei Bernburg beobachtet.

Im Winter 1905/04 war ihre Zahl besonders groß. In dem der Stadt sich anschließenden Krummhölze hatte ihnen ein Wärter ein paar Futterplätze eingerichtet, die sie gern angenommen haben (Ornith. Monatsberichte, Juli 1904).

Auch das Vordringen von Vogelarten ist mehrfach beobachtet. Den für Deutschland sehr seltenen Nachtigallsschwil oder Nachtigallroßbräuter (*Loxia luscinioides*) hat Freiherr Geyr v. Schwepenburg als Brutvogel auf dem im Kreise Geldern gelegenen Pittges-Bruch in einer ganzen Anzahl von Paaren entdeckt. Da er jedoch Süd-, auch Westeuropa bis Holland hinauf bewohnt, so wäre es wohl möglich, daß er im Rheinland bisher übersehen wäre.

Über die Verbreitung des Gierlitzes in Deutschland mit besonderer Berücksichtigung des im Laufe des 19. Jahrhunderts offizierten Gebietes berichtet eingehend Wilh. Schnitter.*) Er stellt zunächst fest, daß der Gierlitz (*Serinus serinus*) sich niemals an vereinzelten Punkten in völliger Isolation von seinem sonstigen Verbreitungsgebiet niedergelassen habe, sondern immer und immer vorgeedrungen sei, stetig, allmählich, langsam. Nach dem der Vogel schon von Konrad Geyr vor etwa 540 Jahren in Frankfurt a. M. beobachtet war, so daß man für jene Zeit auch seine Anwesenheit in der oberrheinischen Tiefebene und der Burgunder Pforte, dem Eingangstor aus Frankreich, voraussetzen muß, läßt sich sein Vordringen etwa seit 1880 in Mitteldeutschland Schritt für Schritt verfolgen. 1885 wird er brütend bei Bonn beobachtet, in Vieldorf nistet er seit Mitte der Neunzigerjahre, ist also schon ins nordwestdeutsche Flachland übergetreten, und zwar längs der Rheinlinie; ebenso läßt sich sein schrittweises Vorgehen auf der Linie Wetterau—Kassel—Harz verfolgen.

Nach Ostdeutschland gelangte der Gierlitz auf der Linie Donau—Marchtal—Elbe bezw. Odertal, in Österreich-Ungarn weißt er schon seit Jahrhunderten. In Böhmen ist er um 1845 vereinzelt bekannt, 1868 tritt er bei Gierlitz als regelmäßiger Wildvogel auf, und nachdem er seit den fünfziger Jahren auch über das Königreich Sachsen vorgeedrungen und so das mitteldeutsche Gebirge auf der ganzen Linie durchbrochen, breitet er sich im norddeutschen Flachland wahl- und regellos nach allen Seiten hin aus. In Ostpreußen nistet er seit 1890, für Dänemark und Südschweden ist er als Vorkämpfer festgesetzt und in England zeigt er sich vereinzelt.

Für die rasche Vermehrung und intensive Ausbreitung des Gierlitz findet W. Schnitter in folgenden Umständen eine hinlängliche Erklärung:

1. In warmen Gegenden macht der Vogel drei Brutzeiten; die Zahl der alljährlich neu ins Leben gerufenen Generationen ist also keine beschränkte. Noch am 7. September 1901 fand W. Schnitter am Waldrand bei Mainz ein Nest mit einem kaum flüggen Nesthäkchen.

2. Die Nistgelegenheit fehlt nirgends, da der Vogel überall in Baum und Strauch sein Nest anbringt, sowohl auf der äußersten Spitze eines gewaltigen Buchenastes wie dicht am Stamm, im Krän-

*) Der Fischreier u. seine Verbreitung in Deutschland. Leipzig 1905.

*) Ornith. Jahrb., Bd. 15 (1904), Heft 1/2.

den einer kleinen Nische wie zwischen dicken Ästen in der breiten Stammgabelung eines fremdländischen Zierbaumes.

5. Das Nest ist ebenso klein wie gut versteckt, so daß es selten entdeckt und vernichtet wird. Somit ist auch die möglichst vollständige Erhaltung aller Bruten je einer Generation gewährleistet.

4. Der brütende Vogel sitzt außerordentlich fest und geht auch bei ungewöhnlicher Störung selten vom Nest; desgleichen bleiben die fütternden Ältern auffallend lange dem Neste fern, wenn sie Menschen oder Tiere bei ihm erblicken, verraten es also nicht, und dieser instinktive Vorsichtseinstrieb stellt die starke Vermehrung der Art gleichfalls sicher.

Weshalb aber, so fragt man sich nach alledem, drang der Girlitz nicht früher, längst vor 1800, in die jetzt besetzten Gebiete ein, welche Tatsachen bilden das treibende Moment für diese merkwürdige Okkupation? Findet sich ein gleichzeitiges, sozusagen systematisches Vordringen auch bei anderen Vogelarten? Verruht vielleicht das gegenwärtig immer häufiger beobachtete Überwintern sonst als Zugvögel bekannter Arten auf denselben Gründen?

Bei manchen Vogelarten hat die von der Kultur hervorgerufene Änderung des Landschaftsbildes beträchtliche Änderungen der Lebensgewohnheiten im Gefolge gehabt. Am bekanntesten in dieser Hinsicht ist ja die Amsel, die aus einem schönen Waldvogel im Laufe weniger Jahrzehnte zu einem der zutranlichsten Park- und Gartenbewohner geworden ist. Turteltaube und Brandente machen, wie das folgende zeigt, anscheinend ebenfalls durch die Kultur bedingte Fortschritte.

Über die Turteltaube bringt Wihl. Schuster folgende, die anderslautenden Mitteilungen in den Werken von H. W. Kenz, Fr. Naumann, den Brüdern Müller, E. G. Friederich und Wihl. v. Reichenau richtigstellende Angaben (Zoolog. Garten, 44. Jahrg. 1904, Nr. 8):

Am Rhein (Mainzer Boden), Main und in der Wetterau ist die Turteltaube mehr Feld- als Waldvogel; sie schläft und nistet dort sogar in Feldhecken, baut selten auf Bäume, sondern fast ausschließlich in starke, hohe Dickichte, in denen sie das Nest in 1:50 bis 2:50 Meter Höhe anlegt. Wasser braucht nicht unbedingt in der Nähe der Niststätte zu sein; sie nistet auch in Talschluchten und an Verhängen ohne Wasser, wenn nur dicke Hecken vorhanden sind. Das Männchen läßt das Weibchen in der Zeit von 9 oder 10 Uhr vormittags bis 5 oder 5 Uhr nachmittags ab. Wird der brütende Vogel von den Eiern gestört, so verläßt das Paar nicht jedesmal, wohl aber in mehr als 90% aller Fälle das Nest, ohne wieder dahin zurückzukehren. Brutzeit ist das 10^{te} bis 12^{te} Drittel des Mai und das erste des Juni; es wird fast immer nur eine Brut gemacht. Der Tauber raßt „turr-turr“; das auf diesen zweimaligen Ruf folgende „hab“, ein durch Einschließen neuer Luft hervorgerufener Kehlton, wird im freien nicht hörbar. Die Turteltauben legen ihre Ehen vor dem Menschen ebensogut ab wie die Ringeltauben und nisten auf Friedhöfen mitten in Ortschaften und in Hausgärten zu Mainz und Wiesbaden. Sie verdienen als die am Rhein häufigsten und charakteristisch-

sten Wildtauben den Namen „Aheintauben“ mit Recht.

Eine interessante Abänderung der Lebensgewohnheit der Brandente wird von der Insel Juist berichtet, wo dieses Tier wie sonst auf den friesischen Inseln in Höhlen nistete, und zwar in den Eckern der Insektenmücken. Nachdem letztere als Feinde der Gewächse, welche die Existenz der Insel sichern, vom Menschen ausgerottet und damit die alten Höhlen allmählich verschüttet sind, neue aber nicht mehr angelegt werden, hat die Juister Brandente ihre Nistweise völlig abgeändert, indem sie vollständig zum Freibrüten übergegangen ist, eine Gewohnheit, die auf den übrigen Inseln nur vereinzelt vorkommt, da sich ihnen dort ihre natürlichen Nistbedingungen, die Höhlenwohnungen, bieten. Es ist dies ein auffälliges Beispiel von örtlich bedingter Anpassung. Veränderte Lebensbedingungen haben, wie W. Schuster bei Besprechung dieses Falles*) bemerkt, nach menschlicher Erkenntnis auch veränderte Strukturverhältnisse zur Folge; also werden und müssen auf Juist bei der Brandente in Zukunft lokale Abänderungen irgend welcher Art auftreten, wie z. B. solche Abänderungen sich auf dem relativ abgeschlossenen Inselboden Siziliens an den meisten Vögeln vollzogen haben, indem sie größtenteils Unterarten herorgebracht haben. Zunächst erleiden die Juister Brandenten wohl einen Nachteil, da die Brutzeit bei freien Nestern länger (55 Tage) als im Schutz der Höhlenneester (21 bis 28 Tage) dauern dürfte.

Die Brutpflege der Eulen weist besondere Erscheinungen auf, die Wihl. Schuster unter dem Titel „Größenunterschied und Brutbeihilfe bei Eulenjungen“ behandelt.**). Die Euleneier kommen meist zu ungleicher Zeit aus; inselgeordnet sind die Jungen oft auffallend verschieden groß. Die Ursache dafür liegt in der Gewohnheit der Eulen, nicht erst das ganze Gelege abzuwarten, sondern sich beim ersten oder zweiten Ei schon festzusetzen, so daß die ersten Eier in der Brutzeit einen mehrträgigen Vorsprung vor den letzten haben, also beträchtlich früher ausfallen. Und weshalb brütet die Eule sofort? Einfach deshalb, weil sie ein ausgesprochener Nachtvogel ist, der die Niststätte erst in und nach der Abenddämmerung auf zwei bis drei Stunden zum Beutefangen verläßt. Beim letzten Ei, bezw. bei den letzten kommt es bisweilen, da dann das Weibchen sich auf der Suche nach Futter längere Zeit entfernt, zu einer Neben- oder Weiterbebrütung, natürlich einer ungewollten, durch die schon ausgeschlüpfen ersten Jungen.

Interessante Beobachtungen über die Krähen- sprache bringt ein Amerikaner Thompson in einem aus Beobachtung und Phantasie gemischten Buche „Kingo und andere Tiergeschichten“. Da sie jedoch ohne die Notenbeispiele schwer verständlich sind, so sei hier nur auf ein mit solchen Beispielen versehenes Referat von Dr. Th. Zell in „Der Zeitgeist“ (1904, Nr. 17), verwiesen. Etwas ein-

*) W. Schuster, Entwicklung oder Nicht-Entwicklung Journal für Ornithologie, 62. Jahrg. (1904), Heft 3.

**) Mittel. des österr. Reichsbundes für Vogelfkunde u. Vogelschutz in Wien, 4. Jahrg., 1905.

gehen müssen wir dagegen noch einmal auf die angeblichen Leuchtorgane der Vögel.

Aus der großen Zahl der wirklichen Leuchtorgane im Tierreiche scheiden nach den Untersuchungen Karl Thuns die Leuchtpapillen der australischen Prachtfinken und anderer Vögelungen aus. Von einem Hamburger Jüchter war die Beobachtung gemacht worden, daß bei lebenden Nestjungen der Gould-Amandine (Poephila Gouldiae) die schon früher beschriebenen Schnabelwarzen im Dunkeln leuchten (s. Jahrb. I, S. 244). Von anderer Seite war die Beobachtung bestritten worden. Im Mai 1905 erhielt Thun ein lebendes Nestjunge dieser Amandine speziell zur Prüfung dieser Frage. Das Junge war etwa 6 Tage alt, fast vollkommen nackt und zeigte die Papillen in voller Ausbildung. Bei einer sofort vorgenommenen Untersuchung in der photographischen Dunkelkammer ergab sich, daß allerdings im Halbbunfel die Organe ähnlich „glühten“ wie die Augen der Sphinxiden (Schwärmer) oder der Tiefsee-Krebstiere. Wurde jedoch der Kaden der Dunkelkammer vollständig geschlossen, so war keine Spur des Leuchtens wahrnehmbar, obwohl das Tierchen sehr lebhaft war, sich bisweilen mit wagrecht ausgestrecktem Kopf erhob und mit breit geöffnetem Schnabel eine Nahrung erwartete. Als auch das längere Zeit an der Dunkelheit gewöhnte Auge keine Spur einer Phosphoreszenz wahrnehmen konnte, ließ der Beobachter das Licht wieder durch einen schmalen Fenterspalst eindringen; sofort erschien der charakteristische Lichtreflex, und zwar gerade am schärfsten, wenn man den in der hohlen Hand befindlichen Vogel von der Lichtquelle abgewendet hielt. Es handelt sich somit bei dem Leuchten der Amandinen nicht um eine wahre Phosphoreszenz, sondern um eine durch eine besondere Zellentapete veranlaßte Reflexerscheinung.

Sind nun also, wie auch die mikroskopische Untersuchung bestätigte, die blauen Papillen aus der Reihe jener Gebilde zu streichen, die selbsttätig Licht produzieren, so bleiben doch die Betrachtungen richtig, welche die bisherigen Beobachter über den Lebenswert dieser Gebilde am Mundwinkel anstellten. Ihre auffällige Färbung in Verbindung mit der Fähigkeit, im Halbbunfel Licht zu reflektieren, lassen kaum eine andere Deutung zu, als daß der ahenden Mutter im dunklen Nest der Weg zu dem geöffneten Schnabel der Jungen gewiesen wird. Damit steht denn auch im Einklang, daß die Papillen bei den flügge gewordenen Prachtfinken schwinden. Das Erkennen der Mundöffnung wird übrigens auch durch die auffälligen schwarzen Flecken oder leierförmigen Zeichnungen begünstigt, welche bei Prachtfinken auf dem Baumendach und im Grunde des Rachens auftreten. Diesen Leitmalen kommt eine ähnliche Bedeutung zu wie den Saftmalen der Blütenpflanzen.*) Auf weitere wirkliche Leuchtorgane im Tierreich werden wir bei den Insekten zurückkommen.

Niedliche Beobachtungen über das Sammeln und Verbergen von Futtervorräten seitens mancher Vögel verdanken wir H. Krohn in Hamburg.**)

Schätze unterbringen, ergibt sich, daß sie nicht bloß vom Instinkt geleitet werden, sondern in einigen Fällen ohne Zweifel auch mit Anwendung wirklicher Verstandeskkräfte handeln.

So trug eine Nebelkrähe, die frei auf dem Hofe des Beobachters ging, Knochen und andere Futterstoffe in die Winkel, um sie dort mit Wäscheklammern oder Reisern zuzudecken. Obwohl sie selbst merkwürdigerweise einen sehr innigen Freundschaftsbund mit der Hauskatze eingegangen war, duldete sie nie, daß diese Freundin in die Nähe ihrer Vorratsdecken ging, sondern vertrieb sie von hier stets mit lautem Geschrei, aufgeperrtem Schnabel und Flügelschlägen. Die Krähe hatte also nicht allein zu verstecken verstanden, sondern erinnerte sich auch ihrer Verstecke.

Eine Eigentümlichkeit der Hähner ist das Sammeln von Vorräten im Schlunde, der kein Aufwechapparat wie der Kropf der Taube, sondern ein regelrechter Sammelapparat ist, etwa wie die Backentaschen des Hamsters. Gefangene Eichelhäher sicherten sich einen Teil ihrer Lieblingsnahrung während des Fütterns durch sofortiges Verschlucken, um sie nach der Fütterung einzeln in Ruhe zu zerkauben. Einmal sicherte sich einer in dieser Weise einen ganzen Wurf von sieben jungen Mäusen. Beim Tannenhäher hat man schon alte Männchen mit 12 bis 20 Mäusen im Schlund gefunden. Nicht viel anders liegt die Sache bei den Würgern. Dagegen glaubt H. Krohn den Hähnen das Verbergen eines Wintervorrates abprechen zu müssen, entgegen der Ansicht Brehms, welcher von Vorratskammerchen für den Winter beim Blauhäher (*Cyanocitta cristata*) und Unglückshäher (*Perisoreus infaustus*) berichtet.

Eine weitere Anhäufung animalischer Kost ist gelegentlich bei den Enten beobachtet worden, obwohl auch hier sich kaum entscheiden läßt, ob das Tier wirklich für spätere Zeit zu sorgen beabsichtigt oder nur dem Triebe, augenblicklichen Überfluß zu bergen, nachgibt. Beispiele sind nur aus der Brutzeit bekannt, um Wintervorräte handelt es sich also nicht. Der Kleiber (*Sitta europaea*) soll ebenfalls im Freileben aus seinem Überfluß in Baumhöhlen Vorrat sammeln. Krohn wagt das nicht zu bestätigen, zumal das Tier, im Winter als Strichvogel auftretend, sein sommerliches und herbstliches Baumhöhlenrevier verläßt, somit von solchen Vorräten kaum Nutzen hätte. Dagegen klemmt er nach unserem Beobachter die von ihm gesammelten Haselnüsse, Bucheckern und Weißbuchenfrüchte in die Rindenspalten der Eiche, um sie hier bequem zu öffnen. Ein Gleiches ist von den europäischen Spechten hinsichtlich der Kiefernzapfen bekannt, die sie in den sog. „Speckschmieden“ verarbeiten.

Augen und Schaden einer Vogelart gegeneinander abzuwägen, erfordert ein hohes Maß von Sachkenntnis und Objektivität oder Leidenschaftlosigkeit. Kein Wunder daher, daß wir so häufig einen Vogel heute als ausgemachten Schädling verdammt sehen, morgen als nützlich und schonungswert ausgerufen hören. Unter die Arten, deren Charakterbild,



Nestjunges von Poephila.

*) Zoolog. Anzeiger, Bd. 27 (1905), Nr. 2.

**) Ornithol. Monatschrift, 28. Jahrg. (1904), Nr. 7.

„von der Parteien Günst und Haß verwirrt“, gegenwärtig in der allgemeinen Werthschätzung schwankt, gehören vor allem die Amsel und die Krähen. Die Schwarzamfeln, die sich mit der veränderten Lebensweise auch allerlei Untugenden angeeignet hat, als da sind Raub von Nestjungen, Abfressen und Abbeissen jungen Gemüses, der Obstkulturen, der Beeren, Kirschräuberien, Vertreiben der Singvögel aus ihrem Nistbereich, wollen wir einer späteren Besprechung vorbehalten, um auch ihren lobenswerten Eigenschaften gerecht werden zu können. Hier wollen wir an der Hand einer Untersuchung des Ökonomie-rates Dr. Schlehs auf den Nutzen und Schaden der Krähen eingehen.)*

Dr. Schlehs Arbeit gründet sich auf die Untersuchung des Magens und der Gewölle frischgeschossener Krähen. In 1½ Jahren wurden so 474



Maskierung einer Raupe durch Blütenknospen.

aus den fruchtbarsten Ackerbaugesenden Westdeutschlands stammende Krähen untersucht, also Tiere, denen überreich Gelegenheit geboten war, landwirtschaftlich zu schaden. Es zeigte sich, daß tierische und pflanzliche Nahrung ungefähr zu gleichen Teilen aufgenommen war, von letzterer vorwiegend Getreidekörner (8846), denen gegenüber die wenigen Unkrautsamen kaum ins Gewicht fallen, ebenso wenig die Kirschen. Von Wirbeltieren fanden sich wenig Reste, nur kleinere Vögel und deren Eier, ferner Mäuse (87 Stück) und auch einige Fische. Die zahlreich gefressenen Insekten (2047) waren fast lauter Schädlinge, Mistkäfer, Drahtwürmer und Schnellkäfer, Mistkäfer und Verwandte, auch Schmetterlinge und Raupen. Regenwürmer, über deren Nutzen oder Schaden die Ansichten geteilt sind, waren 275 aufgenommen. Von den Landwirten, die dem Verfasser Krähen zur Untersuchung einsandten, sprachen sich 58 für Schädlichkeit, 33 für Nützlichkeit der Tiere aus.

Schlehs untersuchte ferner die Nahrung der Nestjungen, die im allgemeinen der der Alten gleicht, mit Bevorzugung der weichen Kost, des Grünfutters und der Insekten. Doch kann er keine Beobachtungen über die Nestsfütterung noch nicht für abgeschlossen ansehen. Das Gesamtergebnis seiner Untersuchung fasst er dahin zusammen, daß die Krähen im ganzen mehr nützen als schaden,

daß namentlich in der Brutzeit der Schaden ganz beträchtlich zurücktritt. Nur bei übermäßigem Auftreten und in gewissen Gegenden kann die Schädlichkeit so anwachsen, daß eine Einschränkung durch Abjagen oder Fallenstellen geboten erscheint. Darüber lasse man Sachverständige entscheiden, nicht aber die Polizei. Die getöteten Krähen finden in manchen Gegenden Verwertung als Nahrung, nützen also selbst in diesem Falle noch, wenn auch nur einem genügsamen Magen.

Tropisches Insektenleben.

Gehören schon Streifzüge durch die heimische Insektenwelt zu den anziehendsten Beschäftigungen, die der Naturfreund sich denken kann, so bietet die Forschungsreise durch irgend ein Tropenland, z. B. durch die südostasiatische Inselwelt, dem Entomologen Freuden, denen sich kaum andere Genüsse an die Seite stellen lassen. R. Henne am Rhyn*) entwirft von der Insektenwelt jenes malaischen Wunderlandes ein reizendes Bild, aus dem hier nur ein paar Züge hervorgehoben seien.

Zu den anziehendsten und überraschendsten Erscheinungen daselbst gehören die zahlreichen, zum Teil bekannten Fälle von schützender Nachäffung (Mimikry), an denen gerade Indonesien so überreich ist. Wenn die als „wandlendes Blatt“ bekannte Gespenstschrecke sich auf die von ihr meist aufgesuchten, ihren Klügeln ähnlichen Blätter setzt, so ist sie schlechterdings nicht zu entdecken und sozusagen unsichtbar, bis sie anfängt, sich wieder zu bewegen.

Einen merkwürdigen neuen Fall mimetischen Instinkts berichtet vor kurzem der amerikanische Entomologe Shelford. Auf den schönen, großen Blütenständen einer ostindischen Spierstaude (*Spiraea*) beobachtete er eine mächtig große, noch unbekannte Spannerraupe, welche die Blütenknospen des Strauches, die ihr zur Nahrung dienen, zugleich in der geschicktesten Weise zur Maskierung benützt. Durch seine Gespinnstfäden befestigt sie je eine der abgeblissenen Knospen auf den langen Rückenflächeln, deren sie vier Paare an den mittleren Körpersegmenten und ein Paar am Körperende besitzt, und reißt dann noch mehrere Knospen perschnurartig daran. Unter dem Schutz dieser künstlichen Knospenhülle ist das Tier inmitten der gewaltigen Blütenbüschel vollkommen verdeckt, die hohe Zweckmäßigkeit dieses Instinkts läßt sich also nicht leugnen. Die Darwinische Erklärung der Entstehung der Instinkte, durch Auslese der durch einen zweckmäßigen Instinkt besser geschützten Individuen, erscheint hier wohl anwendbar, denn es läßt sich denken, daß zunächst an den spizen Rückenflächeln einige Knospen zufällig hängen blieben und dann allmählich von den folgenden Generationen befestigt wurden, obwohl auch in diesem Falle noch „Intelligenz“ des Tieres zur Erklärung seines Tuns angenommen werden müßte.

Ein anderes interessantes Beispiel von Mimikry, zwar nicht an einem Insekt, sondern an einem Fisch, aber aus derselben Gegend, nämlich an dem in den Küstengewässern Seylons lebenden *Fleckenmaus-*

*) Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Heft 91.

*) Entomolog. Zeitschr., 18. Jahrg. (1904), Nr. 13 u. folg.

fisch (*Platax vespertilio*), erzählt Dr. A. Willey (*Spolia Zeylanica*, April 1904). Der Fisch besitzt große Ähnlichkeit mit einem vertrockneten Blatte. Mit einem Fische an den Küstentriffen entlang gehend, bemühte Willey sich, einen Fisch, der seinem Begleiter mehrmals entschlüpft war, mit dem Handnetz zu fangen, als er ein gelbes Jackbaumblatt ruhig und träge zu Boden sinken sah. Das war gerade kein ungewöhnlicher Anblick und Dr. Willey wollte sich eben wegwenden, als das Blatt sich aufrichtete und davonschnellte. Unter verdoppelten Bemühungen wurde der Fisch endlich gefangen und gezeichnet. „Wenn ein Fisch einen blattförmigen und wie ein Blatt gefärbten Körper hat, daß die Gelegenheit, umzufallen und sich tot zu stellen, wenn er verfolgt wird, so ist das jedenfalls ein echtes Beispiel von Schutz gewährender Nachahmung.“

Ein ungemein prächtiges und auch in den Tropen ziemlich selten sichtbares Schauspiel bietet das Hochzeitsfest der Leuchtkäfer oder Johanniswürmchen, wie es von diesen Tieren in Massen auf den Uferbäumen und Sträuchern der stillen schwarzen Flüsse in schönen Nächten abgehalten wird. Man denke sich, schreibt Henne am Rhyn, einen mittleren Baum von oben bis unten von Tausenden intensiv glänzender, aber winziger Lichter befestigt, die sich hier- und dorthin bewegen, größtenteils aber auf einer Stelle bleiben und in einzelnen Teilen des Baumes in kurzen Zwischenräumen gemeinsam aufblitzen. Nach und nach wird das rhythmische Signal von immer mehr kleinen Lichtträgern aufgenommen und zuletzt blüht der ganze Baum wie eine elektrische Masse in schneller Folge hell auf, wobei alle diese Tausende von Tieren mit einer Promptheit mitwirken, daß man nicht weiß, was man mehr bewundern soll, das gängliche Aufgehen dieser Geschöpfchen in einem gemeinsamen Spiel, oder den herrlichen Anblick, den dieser Christbaum im Urwald mit seinen im Wasser wiedererpiegelten tausend glänzenden Sternen bietet.

So großes Interesse man diesen lebenden Glühlampchen von jeher entgegenbrachte, so wenig weiß man doch von dem Wesen und Zweck des Leuchtens selbst bei unseren einheimischen drei Arten von Leuchtkäfern, die vom Volk so wenig unterschieden werden, daß sie alle unter gleichem Namen gehen (*Lampyrus splendens*, *L. noctiluca* und *Phosphorus hemipterus*). In einem Aufsatze „Sur Biologie unserer Leuchtkäfer“ hat Dr. J. Bongard*) das Geheimnis ihrer Lichterzeugung durch eigene Beobachtungen und Experimente zu lösen versucht.

Das Leuchten, das bei den flügellosen Weibchen weit intensiver ist als bei den geflügelten Männchen, geht von knollenförmigen Organen an den Seiten der Hinterleibsringe aus; diese Organe befinden sich bei den verschiedenen Arten in verschiedenen Stellungen, leuchten auch nicht sämtlich gleichzeitig und gleich stark. Merkwürdigerweise leuchten auch die asselartigen, bei Gefahr sich zusammenrollenden Larven der Tiere, die man als „Glühwürmchen“ an dunklen Frühling-, Herbst- oder

Winterabenden im Grase findet, während die Flugzeit der geschlechtsreifen Tiere im Juni und Juli, bei *L. noctiluca* auch schon im Mai ist. Und — was noch merkwürdiger — selbst die Eier sind so wohl vor wie nach ihrer Ablage leuchtend. Beim Weibchen von *L. noctiluca*, deren Leuchtorgane an der Bauchseite des 4. und 7. Hinterleibsringes sehr groß sind und ein sehr durchdringendes Licht ausstrahlen, sah Dr. Bongard das Licht auf eine Entfernung von 1200 Metern im Grase eines Abhanges. Die Larven leuchten das ganze Jahr hindurch.

Bisher hielt man die Lichterzeugung unserer Leuchtkäfer für einen Oxydationsvorgang. Dr. Bongard weiß jedoch durch zahlreiche Versuche mit lebenden Tieren nach, daß man das Leuchten unmöglich als einfache Oxydationserscheinung, d. h. als eine Verbrennung des Inhalts der Leuchtorgane in Sauerstoff, auffassen kann. Auch von der Willkür der Käfer scheint es nicht abzuhängen; denn in allen Fällen, wo die Tiere das Licht ansehend willfürlich verschwinden ließen, stellte sich heraus, daß sie es nur auf geschickte Weise, sei es durch Bewegen des Hinterleibes gegen die Brust oder durch Herabgleiten von den Grashalmen, ihrem Sitze, auf die Erde, verbargen. Wären die Tieren im stande, das Leuchten durch den Einfluß des Nervensystems zu unterdrücken, so müßte man sich darüber wundern, daß z. B. die Weibchen von *L. noctiluca* ruhig weiterleuchten, wenn man sie aus dem Grase holt und auf die Hand legt. Gegen den Einfluß des Nervensystems spricht auch der Umstand, daß die Tiere nach dem Tode weiterleuchten. Wohl ist anzunehmen, daß die Absonderung eines Leuchtstoffes der Willkür des Tieres bis zu einem gewissen Grade unterworfen ist. Ist er aber ausgeschlossen, so leuchtet er, mag der Käfer es wollen oder nicht.

Auch der Zweck der lichtpendenden Organe ist noch recht dunkel. Vielfach wird das Leuchten als Abschreckungsmittel gegen Feinde gedeutet. Spinnen und Eidechsen fangen und fressen die Leuchtkäfer jedoch sehr gern. Eher könnte man die Organe für sekundäre Geschlechtscharaktere halten. Dafür spricht zunächst die Tatsache, daß die Weibchen von *L. noctiluca* während der Flugzeit der Männchen stets auf dem Rücken liegen, die Leuchtorgane möglichst hoch emporstreckend, weil dadurch das Licht selbst aus weiter Ferne wahrzunehmen ist, nach der Flugzeit aber stets ihre natürliche Lage, die Bauchseite nach unten, einnehmen. Auch fliegen die Männchen stets von außen gegen die Flasche, wenn man gefangene leuchtende Weibchen in ihr trägt. — Wollen wir jedoch die Leuchtorgane nur als zur Lockung der Männchen bestimmte sekundäre Geschlechtscharaktere erklären, so bleibt es allerdings fonderbar, daß die Weibchen nicht, nachdem sich ihnen mehrere Männchen zugesellt, das Leuchten einstellen, daß sie nach der Flugzeit der Männchen oft noch mehrere Wochen leuchten, obwohl das Leuchten nun seinen Zweck doch völlig erfüllt hätte. Endlich wäre auch das Leuchten der Eier und Larven vollständig überflüssig, wenn die Leuchtorgane nur dazu dienten, die Männchen anzulocken. „Mehr Licht“ bezüglich dieser Leuchtorgane wäre also entschieden noch wünschenswert.

*) Naturwiss. Wochenschrift, III. Bd. (1904), Nr. 20.

kehren wir nach dieser Abschweifung noch einmal in die bunte, lebensprühende Tropenwelt zurück, und zwar zu jenen winzigen, trotzdem aber dort eine weit größere Rolle als bei uns spielenden Insektenpygmäen, den Ameisen!

Lebende Türen entdeckte der Amerikaner Wheeler bei einigen Arten nordamerikanischer Ameisen. Das Nest einer Art fand Wheeler auf einem Walnußbaum in einem abgestorbenen Zweige. Es bestand aus einer Anzahl regelloser Galerien, die zum großen Teile Kraggänge von Käfern darstellten. Anfangs waren die Eingänge gar nicht aufzufinden; die winzigen Öffnungen waren nämlich stets von je einem Arbeiter, einer besonderen Form der betreffenden Ameisenart, besetzt und durch dessen rindenfarbigen Kopf vollkommen verschlossen. Wenn eine Arbeiterin eintreten wollte, so klopfte sie mit ihren Fühlern an die lebende Tür; sofort trat der Soldat zurück, ließ die Klopfsende ein und kehrte schnell wieder an seinen alten Platz zurück. Da der verschließende Soldat infolge der Lage seines Kopfes die Inkommenden nicht sehen und auch seine Fühler nicht gebrauchen kann, auf fremde Berührungen mit einer Feder oder einem Nadeln hin aber nicht öffnet, so muß sich auf der Stirnfläche dieser Soldaten eine besondere, der Verständigung dienende Art von Tastgefühl ausgebildet haben, in gleichem Schritt mit der eigenartigen Ansbildung der Tiere als „Lebensportal“. — Eine andere, fast ausschließlich in den Gallen einer Wespe wohnende Art hat ebenfalls derartige Türwächter, welche die Gallenöffnungen mit ihren genau passenden Köpfen abschließen. Wahrscheinlich lösen sie sich von Zeit zu Zeit ab, da jede Galle mehr Soldaten enthält, als Öffnungen vorhanden sind.

Wie gute Verteidiger des angesammlten Rechtes auf ihre Wohnungen und Kanstere die Ameisen sind, mußte bei einem Besuche auf Java Herr Penzig am eigenen Leibe erfahren. Freilich verhalf ihm diese Bewegung zur Entdeckung einer neuen Symbiose zwischen Zikaden und Ameisen. In einem Vergarten bei Buitenzorg fiel Penzig die große Zahl schwarzer Ameisen (Unterart von *Myrmecaria fodiens* Jerd.) an den dafelst gepflanzten Exemplaren einer australischen Proteacee (*Grevillea robusta*) auf. Er vermutete, daß sie durch Zweige oder Blattnektarien angelockt wurden und wollte zur Untersuchung derselben einige Zweige abspalten. Aber das bekam ihm schlecht; denn im Nu sah er sich von einem ganzen Heer von Ameisen angegriffen, die nicht nur von den berührten, sondern auch, vermutlich durch die Erschütterung alarmiert, von den anderen Zweigen der Pflanze auf ihn losstürzten, so daß er eiligst flüchtete und sich, so gut es ging, von den bissigen, wütenden Insekten zu befreien suchte.

Bei genauem Hinsehen bemerkte er nun, daß das Interesse der Ameisen auf kleine Zikaden gerichtet war, die in großer Zahl an den *Grevillea*-zweigen saßen, besonders in den Blattachseln. Sie waren in allen Entwicklungsstadien vertreten: kleine und große Larven, Puppen und einzelne zwischen ihnen umherwandernde vollkommene Insekten. Die Ameisen waren größtenteils um die unbeweglichen Larven und Puppen versammelt. Indem sie

deren Hinterleib mit den Fühlern streichelten, leckten sie begierig die aus ihm abgescchiedenen Tröpfchen auf. Andere Ameisen hatten indessen die Wache und liefen zwischen der Herde der schwarzen Milchfühe umher, „mit erhobenem Kopfe und jenem frechen und zornigen Schaben, das auch für verschiedene Arten unserer Ameisen charakteristisch ist“. Der Beobachter mußte erst noch einen kleinen Kampf überstehen, ehe es ihm gelang, sich einiger Zweige und ihrer Zikadenbewohner zu bemächtigen (Naturwiss. Rundsch., 19. Jahrg., Nr. 37, nach Malpighia, 18. Jahrg. 1904).

Doch sind die Ameisen noch keineswegs die schlimmsten Feinde des Menschen in den Tropengegenden. Die Waldmosquitos Brasiliens und die Tsetsefliege Afrikas sind ihm als direkte Schädiger an Leib und Leben weit gefährlichere Gegner.

Die brasilianischen Waldmosquitos (*Anopheles Lutzii*), welche nach den ausgedehnten und genauen Beobachtungen von A. Lutz* in der dortigen Waldregion die Malaria auf den Menschen übertragen, machen nach demselben Beobachter eine interessante Entwicklung durch. In den großen saugsaftigen Blättern der Bromeliaden Brasiliens, Pflanzen, zu denen die Ananas gehört, sammelt sich, ähnlich wie in den Becken der Weberkarde bei uns, das Wasser der Regengüsse, und erhält sich unter Erneuerung durch Tau längere Zeit. In diesen natürlichen Wasserreservoirs lebt nun eine reichhaltige Fauna, Protozoen, Radiolarien, winzige Krebschen, Kaulquappen, Wasserkäfer und vor allem auch Mückenlarven, die blaugrün, blau, rot oder lila gefärbt sind. Eine der rotgefärbten Larven liefert erwachsen die Malariamücke, die zu jeder Tageszeit, mit Vorliebe jedoch in der Dämmerung, fliegt und sticht. Sie nähert sich rasch und ohne viel Gesumme und wird meist erst bemerkt, nachdem sie in fast senkrechter Körperhaltung geschnitten hat.

Die Entwicklung in den natürlichen Wasserbecken der Pflanzen ist eine Anpassung der Larven an die Gegend, in der sonstige Wasseransammlungen, Lachen und Pfützen fehlen. Die Mückenlarven kommen zum Atemholen nicht an die Oberfläche, sondern legen ihre Atemröhre an die Blattoberwand, wahrscheinlich um die dort anstretenden Sauerstoffperlen anzunehmen. In dieser Weise entwickelt sich eine ganze Reihe von Arten ausschließlich in dem Bromeliazennwasser, in das die geschlechtsreifen Weibchen ihre Eier legen.

Die gefürchtete afrikanische Schlafkrankheit, als deren Träger die Tsetsefliege (*Glossina palpalis*) angesehen wird, ist jüngst in Afrika in Deutsch-Ostafrika, wo ein besonderes Schlafkrankenhospital besteht, genauer beobachtet worden. Als höchstwahrscheinliche Ursache der Erkrankung, die sonst besonders an der Westküste und zwischen Senegal und Kongo vorkommt und nach 4 bis 6 Wochen zum Tode führt, gilt nach Castellanis Untersuchungen das in der Gehirn- und Rückenmarksflüssigkeit der Schlafkranken gefundene Trypanosom, ein kurzer, wärmenartiger, zu den Protozoen gehöriger Mikroorganismus, der lebhaft, fortzueh-

*) Zentralbl. für Bakteriologie u. Parasitenkunde, 1. Abt., Bd. 33.

artige Bewegungen ausführt, und dessen verschiedene Arten bereits als die Urheber schwerer Viehschäden in Afrika, Südamerika und Indien erkannt sind. Als Zwischenwirt und Überträger des *Trypanosomas* wurde die Tsetsefliege angenommen. Stabsarzt Dr. Feldmann ist übrigens durch zahlreiche Untersuchungen zu dem Ergebnis gelangt, daß im Bezirk Bufoha 80 bis 90 Prozent der Bevölkerung das *Trypanosoma* im Blute aufweisen; es ist also entweder der Erreger der Schlafkrankheit gar nicht, oder verursacht sie nur, wenn es ins Rückenmark oder Gehirn gelangt.

Die Tsetse — es gibt ihrer mehrere Arten — besitzt ungefähr die Form unserer Stubenfliege, besser noch der Hunds- oder Pferdesfliege. Ihre Nährtiere sind alle größeren Säugetiere, besonders bestimmte Arten des afrikanischen Großwildes, mit dessen Ausrottung auch sie zu verschwinden scheint; aber auch der Mensch gehört zu ihren bevorzugtesten Blutleeranten. Sie erwartet die vorüberziehenden Tiere unter dem Blätterdach der Bäume und zieht sich, mit Blut vollgefüllt, dahin zurück, um sich im Schatten eines Blattes der Verdauung hinzugeben. Das Vorhandensein von Sumpf gehört weniger zu ihren Lebensbedingungen als der Answald. Da das Verbreitungsgebiet einer gewissen Tsetseart, der *Glossina palpalis*, mit demjenigen der Schlafkrankheit zusammenfällt, und man zudem festgestellt hat, daß die Fliege die Krankheit von schlafenden Kranken auf Affen übertragen kann, so ist sie wahrscheinlich der Vermittler der unheimlichen Seuche.*)

Bei den niedriger stehenden Insekten ist die Parthenogenese, die Entwicklung unbefruchteter Eier oder das Hervorgehen lebendiger Jungen aus jungfräulichen Weibchen, weitverbreitet. Weniger bekannt ist, daß auch bei höheren Insekten die Fähigkeit der Jungferzeugung vereinzelt auftritt. Über einen im Jahre 1905 beobachteten Fall dieser Art berichtet T. Garbowsky aus der Bretagne.

In den ersten Tagen des Juli fand Garbowsky in dem Garten des unweit der Meeresküste gelegenen Laboratoriums Lacaze-Duthiers in Roscoff an einem Apfelbaume ein Raupenge spins, das er unbesehen mitnahm und in ein geräumiges, gut schließendes Glasgefäß warf. Hier blieb der Fund luftdicht verschlossen und unbeachtet, bis Garbowsky Anfang August an der Wand des Behälters ein Weibchen von *Porthesia similis*, einem unserm Goldastler verwandten Spinner, bemerkte, dessen noch nicht vollständig entwickelte Flügel zeigten, daß es eben erst aus der Puppe geschlüpft war. Das Glas blieb unerschnitten, und nach drei Tagen war der Falter, der sich wenig bewegt hatte, tot. Er legte während der drei Tage drei Portionen Eier, die er in regelrechter Weise mit Hinterleibshaaren bedeckte. Weder diese Mütter noch das Muttertier wurden aus dem Behälter entfernt.

In der zweiten Augushälfte bemerkte Garbowsky zu seiner Überraschung die ersten schwarzen Räupchen, die an den leeren, durchsichtigen Eihüllen nagten. In ein anderes Gefäß auf Birnen-

blätter gebracht, entwickelten sie sich kräftig, während auch aus den übrigen Eiern Räupchen schlüpften und kein einziges Ei unentwickelt blieb. Nach bei den wiederholten Häutungen ging keines von ihnen zu Grunde, und am 18. September hatten die kräftigsten schon 10 Millimeter Länge und die typische korallenrote Färbung von *P. similis* erlangt. Aus gewissen Unterschieden ihres Aussehens glaubt Garbowsky schließen zu können, daß sich aus der Mehrzahl der Raupen weibliche, aus der Minderzahl männliche Schmetterlinge entwickeln würden. In weiteren Beobachtungen hinderte ihn seine Abreise.*)



Der Erreger der Trypanosomakrankheit (200fach vergröß.)

Auf eine Reihe merkwürdiger Beobachtungen an Raupen**) macht der amerikanische Entomologe M. Rothke aufmerksam unter der Frage: Besitzen Raupen Geschlechtsempfindung? Mehrfach ist schon der Fall notiert worden, daß Raupen, z. B. vom Nachtpfauenauge oder einem Seidenspinner (*Bombyx rubi*), die im freien nur zu zweien gefunden wurden, nach dem Vorruppen ausschüpfend, Pärchen ergaben. Er nimmt deshalb an, daß schon bei Raupen, die bereits Geschlechtsdrüsen besitzen, eine Art „Geschlechtswitterung“ vorhanden sei, die sie paarweise zusammenführe, während M. Gyller lieber annehmen möchte, daß die Weibchen mancher Schmetterlinge ihre Eier paarweise, nach dem Geschlecht bestimmt, immer ein männliches und ein weibliches zusammen, abulegen vermögen. Zur völligen Lösung des Rätsels bedarf es noch weiterer Beobachtungen, oder, um mit M. Gyller poetisch zu schließen:

Die Frage also bleibt zu lösen,
Ob Zufall hier im Spiel gewesen
Ob Raupen Witterung besitzen
Und dadurch ihrer Art was nützen.

*) Die Umschau, VIII. Jahrg., Nr. 8.

*) Zool. Anzeiger, Bd. 27 (1904), Nr. 7 u. 8.
**) Entomolog. Zeitschrift 1904, Nr. 5 u. folg.

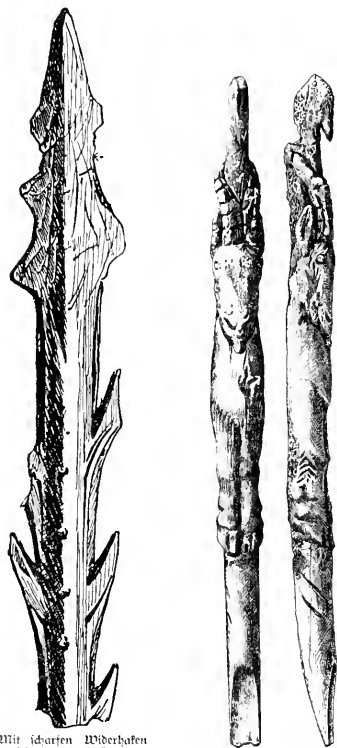
Der Herr der Schöpfung.

(Urgeschichte, Ethnographie, Anthropologie.)

Bildnerei und Religion der Urzeit. * Vom Collißen zum Hühnengrab. * Rassenfragen. * Herz und Magen.

Bildnerei und Religion der Urzeit.

Die Kunst, o Mensch, hast du allein! ruft ein erhebendes Wort aus Dichtermund uns zu; aber es offenbart uns nicht, woher dem Menschen die erste Erleuchtung, der Instoß zur ersten Kunstübung kam, und mühsam müssen wir in den



Mit scharfen Widerhaken
versehene, sehr schön gear-
beitete Harpune.

Propulseur.

Schächten längst vergangener Epochen graben und wühlen, mühsam die kostbaren Funde, die Grab und Höhle nach tausendjährigem Schlaf herausgeben, zu deuten und zu ordnen suchen, um nur ein wenig, und ach! oft so trügerisches Licht in die Urgeschichte der Kunst zu bringen.

In die verwirrende Fülle der Funde, mit denen uns die französischen Höhlen im Laufe des letzten halben Jahrhunderts beschenkt haben, versucht Ed. Piette in einer reich illustrierten Studie Licht und

Ordnung zu bringen.*) Nachdem er sich drei Jahrzehnte diesem Studium erfolgreich gewidmet, dürfen wir uns ihm schon anvertrauen.

Piette stellt den Satz auf: Der Urgeschichts- forscher muß vor allem Geologe, Schichtenkenner (stratigraphie) sein. Die geologische Forschungs- weise muß auch die des Prähistorikers sein. Das ist nun wohl in Deutschland schon seit geraumer Zeit der Fall, hat aber in Frankreich bei vielen hervorragenden Prähistorikern noch keine Anerken- nung gefunden. Wie er selbst dieser Forderung ge- genügte, mögen uns seine eigenen Worte lehren.

Im Frühling 1871 begab ich mich nach Vagnè- res-de-Luchon. Der Schienenweg, der die Südbahn mit dieser Stadt verbindet, war damals im Bau. Ich mietete in Montréjeau einen Wagen. Aus dem Gefährte heraus, das mich nach dem Badeorte trug, erkannte ich fast auf Schritt und Tritt die Spuren eines alten Gletschers, der in entfernter Zeit das Tal der Garonne und der Picque mit seiner Kristall- masse verschüttet hatte: da gab es Moränen, erra- tische Blöcke, geschliffene, gefurchte, ausgekohlte, ge- kritzte Felsen, geritzte Geschiebe. Ich ließ den Wagen alle Augenblicke anhalten, um die Einschnitte und alle anderen Offenbarungen der gewaltigen Eis- kraft zu besehen. War es doch das erstemal, daß ich Gelegenheit fand, sie zu studieren. Sie flößten mir zu großes Interesse ein, als daß ich nicht nach meiner Ankunft noch wiederholt Tage in den Ein- schnitten und an den Talhängen, durch die der Glet- scher seinen Weg genommen, hätte zubringen sollen. Dann bestieg ich alle höchsten Gipfel und Pässe der Gegend, um die Schneefelder zu studieren, die sie noch bedecken, die winzigen Reste der großen Eis- ströme, die ehemals von ihnen herabgefloßen sind.

Indem ich mich in die vergangenen, von der unsrigen so abweichenden Epochen und besonders in die pleistozänen Zeiten zurückversetzte, an deren Ende eine strenge Kälte auf gallischem Boden herrschte, kam mir der Gedanke, daß das Renntiermoos, von dem ich von Zeit zu Zeit einige Pflänzchen ent- deckte, doch ehemals reichlich in diesen Gegenden habe wachsen und die Herden des Renntiers herbeiziehen müssen. Ich beschloß, in den Höhlen Ablagerungen zu suchen, in denen ich feinen Spuren begegnen möchte. Ich beschränkte mich auf die Grotten des Garometales, von denen man mir zahlreiche nannte, und wählte die von Gourdon, welche unweit Mont- réjeau am Ufer des Stromes bei der Neftemündung liegt. Gegen Westen weit geöffnet, war sie trocken und gesund, so daß sie dem Menschen der Rennt- tierepoche wohl hätte ein anziehender Wohnort sein können.

*) Classification des sédiments formés dans les cavernes pendant l'âge du renne. — L'Anthropologie, Bd. XVI (1904), Nr. 2.

Ich besorgte mir Arbeiter. Schon bei den ersten Hackenschlägen hoben sie Feuersteingeräte von Magdalénien-Typus auf. Nun ließ ich einen Graben ausheben. Dabei stellte ich das Musmünden zahlreicher Schichten fest. Von Anbeginn an setzte mich die Verteilung der Kunstobjekte in diesen Ablagerungen in Erstaunen. Die unteren Schichten enthielten nur Schnitzwerke (des sculptures), die oberen waren sehr reich an Ritzwerken (en gravures) und schlossen nur spärliche Skulpturen ein, die übrigens besondere Merkmale trugen, die ausgeprägt genug waren, um sie von denen der unteren Ablagerungen zu unterscheiden. Daraus ergeben sich zwei große, in der Entwicklung der schönen Künste begründete Abteilungen: die Skulpturschicht und die Gravurschicht.

Es wäre unbesonnen gewesen, nach Untersuchung einer einzigen Höhle derartige Resultate zu verallgemeinern. Zudem hatte ich viele andere Tatsachen entdeckt, deren Bestätigung durch neue Ausgrabungen abzuwarten blieb. So setzte ich die Hacke nach einander in den Höhlen von Lorthet, Espérougues d'Arudy, Maz-d'Azil, Brassempouy ein und besuchte auch viele andere Stationen. Überall stieg ich auf dieselben Schichten und dieselbe Schichtenfolge. Überall stellte ich fest, daß die Skulpturschicht und die Gravurschicht eine unveränderliche Zusammensetzung haben. Die erste enthält zwei Etagen: die der Rundreliefschnitzereien und die der Flachreliefskulpturen (en ronde bosse, en bas relief); die zweite gliedert sich in drei Etagen: die der Gravüren mit beschnittenen Rändern, die der einfachen Gravierungen ohne Harpunen oder mit sehr wenig Harpunen, und endlich die der einfachen Gravierungen und Harpunen aus Renntiergeweih.*)

Nun's peinlichste bemüht, die Fundgegenstände der einzelnen Schichten aneinanderzuerhalten, getrennt aufzubewahren und dann schichtweise zu vergleichen, hat Piette seine nach Art des Geologen angenommene Gliederung der die Kunstwerke enthaltenden Schichten sich immer wieder bestätigen sehen. Da ließ sich deutlich erkennen, in welcher Lage ein Werkzeug zuerst aufgetreten war, in welcher anderen Schicht es sich vervollkommen hatte, in welcher Lage der Wechsel des Materials auch einen Wechsel der Form herbeigeführt hatte, und wo es endlich aufhörte zu erscheinen, verdrängt von für den Zweck geeigneteren Instrumenten.

Vieles hatte man bisher angenommen, daß die Schnitzkunst, weil eine vollkommenere Kunstform als die Ritzkunst, nach dieser hätte entstehen müssen, und hatte die schönen Statuetten aus der Renntierperiode als die letzten Offenbarungen der glyptischen Kunst angesehen. Bei einiger Überlegung hätte man a priori, auch ohne die Ausgrabungen, auf das Gegenteil kommen müssen. Als der Mensch die geniale Idee hatte, ein geliebtes Wesen darzustellen, mußte er sich bemühen, ein der Wirklichkeit entsprechendes Werk, das man von allen Seiten be-

trachten und erkennen konnte, zu schaffen, nicht eine Gravierung. Die letztere, besonders in der von den glyptischen Künstlern beliebten Ausführungsweise, ohne Schraffierung und Schatten zur Andeutung der Erhabenheiten und der umgebenden Partien, ist ein einfacher Abriß, auf den der Mensch erst sehr allmählich kommen konnte, die natürliche, ursprüngliche Kunstform ist das nicht.

Zwischen diesen beiden voneinander grundverschiedenen Kunstweisen, der Skulptur und der Gravierung, bestehen zahlreiche Zwischen- und Überglieder, und das Studium der aufeinander folgenden Schichten macht uns damit bekannt, wie und weshalb dieser Wandel vor sich ging.

In der Schicht der Hochreliefs gibt es keine Gravüren; aber um das Fell und die rauhe Be-



Kopf eines wiehenden Pferdes.

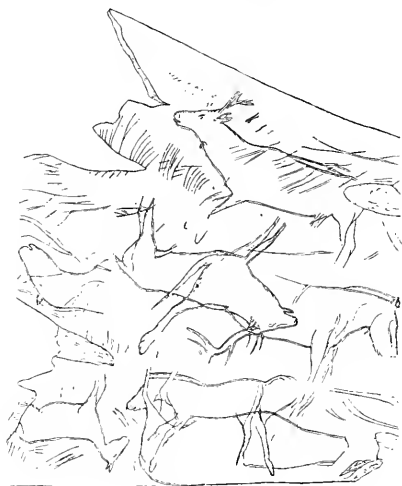
haarung auf dem Bildchen herauszubringen, haben schon die Schnitzer sich des Verfahrens bedient, das später die Graveure allgemein anwandten: sie haben sie mit leichten, mittels einer Spitze eingeritzten Linien ausgedrückt, und dieses Verfahren mußte, allgemeiner werdend, zur Gravierteschnitt führen.

Während die Künstler der Niederungen sich als Schnitzmaterial des Elfenbeins der Mammute bedienten, die in großer Zahl in den bewaldeten Tälern weideten, haben die Leute der waldentblößten Hochplateaus und der Gebirgsgegenden, wo der Elefant selten und das Renntier im Überfluß vertreten war, ihre Schnitzereien meistens in Renntierhorn ausgeführt. Die größere oder geringere Abplattung des Renntiergeweihs war bei der Ausführung von Rundreliefs hinderlich. Das darzustellende Wesen geriet fast immer zu schmal. Von vorn gesehen, entsprach die Statuette nicht der Wirklichkeit. Die Schnitzer erkannten diesen Fehler wohl, konnten ihn aber nicht abstellen und beschränkten sich deshalb allmählich auf Darstellungen, die darauf berechnet waren, von der Seite gesehen zu werden. Sie befestigten sich, sie für diesen Einblick genau zu machen, und von da ab waren die Statuetten aus Renntierhorn eigentlich nur noch zwei aneinandergefügte Reliefs. War das vordere derselben ausgeführt, so brauchte man sich bei Ausarbeitung der Hinterseite um die vordere nicht zu kümmern. Warum da überhaupt noch Vollbilder arbeiten? Sie entwürfen sich, beide Seiten auszuführen, meißelten nur noch eine und — hatten das Vasirelief erfunden, für welches gerade das Renntierhorn mit seiner ziemlich harten, aber nicht allzu dicken Hornschicht geeignet ist.

Inzwischen war gegenüber der realistischen Schnitzkunst der älteren naiven Periode, wie sie sich

*) Die Arbeitsweise der gravures à contours découpés erläutert Piette anderorts so: Der Künstler führte auf einem Schulterblatt oder einem andern dünnen Knochenbruchstücke eine Gravierung aus; dann schnitt er alle Knochenpartien, welche die Umrisse des gravierten Tieres überragten, weg. Die so hergestellten Objekte waren gewöhnlich Pferdeköpfe und ähnliches.

3. B. in den Statuetten von Brassempoury (Venus von Br.) darstellt, ein Fortschritt in der Tierdarstellung gemacht worden. Man übertrieb, um das Tier aus der Ferne recht kenntlich zu machen, gewisse Linien und Verhältnisse, wofür der Kopf des wieshernden Pferdes von Maz-d'Azil ein vorzügliches Beispiel ist. In Hochrelief scheinen die Künstler der glyptischen Periode wenig gearbeitet zu haben; die Basreliefs sind weit zahlreicher. Sie setzen sich auch durch die Schicht mit den am Rande beschnittenen Gravierungen und durch die über ihr lagernden bis zum Ende der pleistozänen Zeiten fort. Die Gravierung mit beschnittenen Rändern scheint als Übergangsform nur eine Zeitlang Mode gewesen zu sein. Mit ihr zugleich tritt schon vereinzelt die einfache



Steinzeitliches Skizzenbuch.

Gravierung auf, die schließlich alle anderen Formen der Kunstübung verdrängt.

Unter den dargestellten Tieren möchte kaum eines der damals lebenden nicht vertreten sein. Nicht nur alle jagdbaren Tiere, unter denen Renntier, Hirsch, Pferd, große Rinderarten, Antilopen, wie die Saiga, eine Rolle spielen, sind in zahlreichen Schnittzeichnungen und Witzwerken dargestellt, auch seltener oder als Jagdtiere nicht so geschätzte finden sich, z. B. das Nashorn, die Gemse, der Schwan, die Gans, die Schlange, oder Raubtiere, wie der Wolf, der Fuchs, der Bär, alle in so deutlicher Ausprägung, daß man selten einen Augenblick zweifelhaft ist. Fast alle zeigen sie Leben, Bewegung, es fehlt nicht an besonderen Momenten, wie bei dem auf die Vorderknie gestürzten, anscheinend sterbenden Renn oder bei den einen mit springenden Eschen erfüllten Fluß überschreitenden Renntieren.

Auf einigen Stücken finden sich, neben den Gravierungen sowie allein, schriftähnliche Zeichen eingegraben, die teilweise eine Ähnlichkeit mit phönizischen, griechischen und auch Runen-Schriftzeichen haben. Wenn wir sie auch nicht deuten können, so beweisen sie doch zusammen mit späteren prähistori-

schen Inschriften aus denselben Gegenden, daß die menschliche Überlieferung von den Zeiten des Mosterien bis auf unsere Tage nicht abgerissen ist.

Den bisher von französischen Forschern aufgestellten Gliederungen des Renntierzeitalters (der älteren Steinzeit für uns) stellt Ed. Piette auf Grund seiner Funde eine neue an die Seite, die natürlich nicht ohne Infection bleiben wird. Die unterste Epoche bezeichnet er wie Cartet und Christy und wie de Mortillet als Mosérienne (Monstérienne); über ihr lagert sein glyptisches Zeitalter, das sich in die Skulpturepoche (Papalienne), entsprechend dem Solutréenne Mortillet's, und in die Gravürepoche (Gourdanienne), entsprechend de Mortillet's Magdalénienne, gliedert. Beiden Epochen zusammen entspricht die Epoche von la Madelaine und Laugerie haute bei Cartet und Christy. Die Gliederung des Papaliennes in die Schicht des Rundreliefs und die des Basreliefs, des Gourdaniennes in die Schichten der Gravierungen mit beschnittenen Umriffen, ohne oder mit nur wenig Harpunen und der Gravüren und Harpunen aus Renntierhorn ist schon eingangs berührt.

Die Frage, ob sich diese Einteilung auch außerhalb Aquitaniens, der flassischen Fundstätte der glyptischen Periode, bewährt, scheint durch eine Abhandlung Dr. M. Schoetensack's für die Schweiz und die angrenzenden Gebiete Frankreichs in bejahendem Sinne beantwortet zu werden. Die in dieser Arbeit „Über die Kunst der Thaynger Höhlenbewohner“ vorgenommene Untersuchung*) ergibt, daß wir es im Schweizersbild ausschließlich, in der Thaynger Höhle hauptsächlich mit der gravierten Umritzzeichnung zu tun haben. In Thayngen wurde diese Kunst viel ausgeübt und stand, wie das weidende Renntier, die Wildpferde und die übrigen einfachen lebenswahren Tierdarstellungen beweisen, in höchster Blüte. Die hinter ihnen ziemlich weit zurückstehenden Arbeiten des Steinzeitmenschen vom Schweizersbild weisen nach Analogie der französischen Funde darauf hin, daß wir hier die Ausgangsphase der glyptischen Periode vor uns haben. Reliefbildnerei, die in Thayngen wenigstens noch in einigen Exemplaren, worunter der sogenannte Moschusochse, vorhanden ist, ist am Schweizersbild gar nicht mehr vertreten. Aber auch der Paläolithiker von Thayngen stand in der plastischen Wiedergabe der Naturwesen nicht mehr auf der Höhe; eine auf Renngeweihsprosse eingravierte Tierzeichnung, die den Schein der Rundplastik erwecken möchte, zeigt die Unfähigkeit, eine solche Aufgabe noch zu lösen. — Dagegen leistete der Thaynger Höhlenbewohner in der die Waffen und Geräte betreffenden Schnitzkunst Ausgezeichnetes. Hier finden wir die von Piette zu seiner Klassifikation benötigten, mit zahlreichen Widerhaken versehenen Harpunen, hier auch die von Dr. Schoetensack als Sibeln oder Gwandhalter erkannten durchlochten Fierfäße wieder. Die Kunst der Urschweizer läßt sich also dem Gourdaniennes, und zwar der assise de la gravure et des harpons en bois de renne einreihen.

*) Denkschriften der Schweiz. Naturf.-Gesellsch., Bd. 39, II. Hälfte; auch als Separatabzug, 1904.

Fast von dem Moment an, da die Entdeckung der Schnitzereien und Wandmalereien aus der Renntierperiode uns diese Paläolithiker auf einer bis dahin nicht geahnten Kulturstufe zeigte, tauchte die Frage auf, ob nicht die Menschen der älteren Steinzeit schon religiöser Vorstellungen und Ideen fähig gewesen seien. Durch die Tierzeichnungen sah sich schon vor dreißig Jahren ein belgischer Forscher an die auch zum Teil aus Tieren bestehenden Stammessymbole oder „Totems“ der nordamerikanischen Indianer erinnert.

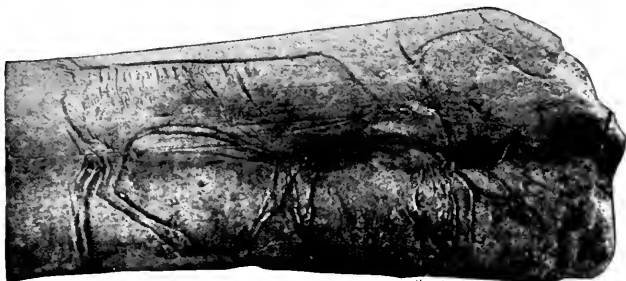
Salomon Reinach*) spricht angesichts der Tatsache, daß die Höhlenzeichnungen ausschließlich Beutetiere der Jäger und Fischer, niemals aber die großen Katzen oder andere Fleischesser jener Zeit darstellen, die Vermutung aus, daß die Höhlenbewohner jene Skulpturen nicht zu ihrem Vergnügen oder ihrer Unterhaltung darstellten, sondern im Banne der Idee, daß das Bild eines Wesens oder Gegenstandes dem Besitzer Macht und Einfluß magischer Art über das Dargestellte verleihe. Die Magie war stets die Vorgängerin der Religionen. Daß primitive Gemüter, die „Wilden“, dem Bilde ebenso wie der Beschwörung einen magischen Einfluß auf das abgebildete Wesen zuschreiben, läßt sich an vielen Beispielen aus der Gegenwart, besonders an den Australiern, dartun. Reinach schließt seinen Aufsatz über „Kunst und Magie mit Rücksicht auf die Malereien und das Schnitzwerk des Renntierzeitalters“ mit folgenden Sätzen:

„In dieser mystischen Idee der Beschwörung durch Bild und Relief, die der Beschwörung durch das Wort gleichwertig ist, muß man den Ursprung der Kunstentwicklung im Renntierzeitalter suchen.

Diese Kunst war also nicht das, was die Kunst für zivilisierte Völker ist, ein Lurus oder ein Spiel, sie war vielmehr der Ausdruck einer sehr groben, aber sehr tiefstehenden Religion, welche aus magischen Zeremonien bestand und einzig und allein die Erwerbung der täglichen Nahrung bezweckte. Ein Bild, eine Schnitzerei, welche eßbare Tiere darstellt, sicherte den Erfolg der Jagd und des Fischfangs, nicht weniger gut als Harpunen und Spieße. Ebenjowenig wie die heutigen Australier wußten jene Menschen der Religion einen von der unmittelbaren Befriedigung des physischen Daseins unterschiedenen Endzweck zu geben; sie befanden sich noch auf der Stufe, wo die Menschheit Götter verschmährt und keine höheren Mächte zwischen sich und die Natur schiebt, weil sie glaubt, die Natur unmittelbar beherrschen und, soweit ihre Bedürfnisse es erfordern, durch Gewalt oder Magie unterjochen zu können.

„Wenn diese Ausführungen richtig sind, so sieht man, daß die Gelehrten aus zwei entgegengesetzten Feldlagern gleichsweise im Irrtum gewesen sind, sowohl die, welche glaubten, die Höhlenbewohner

hätten keine Spur von religiösen Vorstellungen, als auch die, welche ihnen einen Anfang des Sonnendienstes mit Symbolen und Amuletten zuschrieben. Der Geisteszustand der Höhlenmenschen, den wir uns an dem der Urantassantraller veranschaulichen können, schwang sich weder zu einem Gottesbewußtsein — dem Wesentlichen jeder modernen Religion — noch zu einem Götterdienst auf, wie er einem ackerbaureibenden Volke zukommt. Die Urantass halten die Sonne für ein Weib, das sich jede Nacht auf der Erde zur Ruhe legt, aber sie stellen sie nicht durch einen Kreis dar, richten auch nicht Gebete an sie. Obwohl diese Frage noch dunkel ist, scheint es doch, als ob die vorgeschrittensten Primitive die Himmelskörper als Tiere oder Menschen betrachten und sich nur langsam zur Anerkennung ihrer Wesensüberlegenheit und der Abhängigkeit der organischen Welt von ihnen erheben.“



Wandelndes Renntier vom Krägerloch.

In einem Aufsatz „Die Religion im Zeitalter des Renntiers“ unterzieht Ch. Lejeune*) die Ansichten Reinachs einer Besprechung. Er ist größtenteils mit ihnen einverstanden, findet aber, daß sie nicht alles erklären. Wenn der Zweck der Malereien und Schnitzereien die Herbeischaffung des Wildes war, weshalb haben wir denn unter den Skulpturen eine Anzahl von Menschenfiguren, die man so nicht auf Grottoewänden findet. Daß der Mensch primitiven Stämmen als Totem**) gedient habe, ist auch noch nicht festgestellt. Diese Punkte bedürften also weiterer Aufklärung.

Wenn auch der Sonnendienst besonders bei ackerbauenden Völkern blüht, so ist nicht minder sicher, daß der Sternendienst bei den Hirtenvölkern in hoher Ehre stand und nichts hindert, daß er schon bei Jäger- und Fischerstämmen aufgetreten sei. Tier und Mensch werden von den Jahreszeiten und den Temperaturschwankungen sehr stark beeinflusst, und es gibt keinen Jäger und keinen Fischer, der sich nicht davon Rechenschaft geben müßte, um die Gewohnheiten der Tiere kennen zu lernen und sich ihrer zu bemächtigen.

*) Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthrop. de Paris, 1903, Nr. 6.

**) Als Totem bezeichnet der nordamerikanische Indianer sein Stammssymbol, meistens ein Tier, seltener eine Pflanze, deren Bilder früher in der Regel tätowiert am Körper getragen wurden. Vom Totem als ihrem Schutzgeist leiten die Stämme auch ihren Ursprung ab, Totemismus findet sich auch bei den Australiern, Ozeanern und einigen Stämmen Afrikas.

*) L'Anthropologie, Bd. XIV (1903), Nr. 2.

Es ist zwar nicht bewiesen, daß die in der Mitte durchbohrten, bisweilen mit Strahlenlinien verzierten Knochen scheiben aus dem Magdalenien die Darstellung einer Sonnengottheit sind, wie Piette behauptet; aber ebensowenig erwiesen ist, daß die zahlreichen Hänger derselben Epoche, durchbohrte Zähne und Muscheln, einzig und allein als Schmuck getragen sind und nicht als Amulett gedient haben, wie Mortillet versichert. Gibt's denn nicht heute noch, sowohl bei Wilden wie bei Kulturmenschen, zahllose Amulette, unter denen man auch durchbohrte Zähne und Muscheln wiederfindet?

Alle primitiven Menschen sind dazu gelangt, den Dingen und den Wesen eine der ihrigen entspre-



Auf dem Rücken eines Mannes eingeschnittenes Totemzeichen.

chende Persönlichkeit und Lebensweise zuzuschreiben; aber es bedurfte keiner großen Anstrengung für sie, um angesichts der Naturkräfte ihre Abhängigkeit zu fühlen. Einmal entstanden, mußte die Besetzung aller Wesen durch den Menschen, der Animismus, schnell zur Magie führen, die nichts anderes als die Beherrschung der Seelen durch Ceremonien oder Formeln ist.

Totembilder, um die man tanzt und religiöse Gefänge aufführt, um ein bestimmtes Resultat zu erlangen, das ist schon organisierte Religion und bildet den Grundzug aller Religionsübungen bis auf den heutigen Tag wenigleich in veränderter Form.

Wenn der Animismus, die Naturbesetzung, schon in der Keimtierzeit existierte, so schiebt das die Existenz der Religion noch weiter zurück, da der Anthropismus, d. h. das Streben, die Wesen und Dinge mit tierischen und menschlichen Fähigkeiten auszustatten, dem Animismus noch voransieht, während letzterer den Übergang zum Anthropomorphismus bildet, der sich die Götter in menschlicher Ge-

stalt, mit menschlichen Trieben und Verstandeskräften vorstellt.

So dürften, da diese verwirrten und dunklen Vorstellungen noch viel weiter in die Vorzeit zurückreichen, nach Lejennes Ansicht sogar die Menschen von Chelle und Moustier nicht ohne religiöses Gefühl gewesen sein.

Aber auch diese primitiven religiösen Regungen und Vorstellungen hätten den Menschen wohl allein nicht zur Nachahmung der Naturobjekte in Zeichnungen und plastischer Darstellung geführt, hätte die Natur selbst ihm nicht in zufälligen Bildungen, Naturspielen, Vorbildern an die Hand gegeben. Wie oft regt uns heute ein Stein, ein Felsvorsprung, ein Misthorren und ähnliches zu Vergleichen mit lebenden Wesen, Vögeln, Pferde- und Hundeköpfen u. s. w. an. Die Ausgestaltung und Ausfeilung solcher Naturspiele mag ganz am Anfang der Kunstübung gestanden haben, anscheinend sind in den Höhlenfunden keine Reste von Steinen, die eine Bearbeitung in dieser Richtung anzuweisen, gefunden.

Dagegen sind in Ägypten, allerdings aus einer späteren Epoche, aus Feuerstein geschlagene Tierbilder erhalten, die man als eine technisch höchst vervollkommnete Fortsetzung jener allerersten, nur auf Benützung vorgefundener Naturspiele beruhenden Skulptur ansehen könnte. „Man darf“ — sagt Prof. Schweinfurth*) bei Besprechung dieser Kieselartefakte — „der Annahme huldigen, daß solche skulpturelle Leistungen nur ermöglicht waren infolge uralter, lange Jahrhunderte hindurch bewährter Übung von Fleiß und Sorgfalt in der hohen Schule der Kieselgeschlagkunst.“ Prof. Schweinfurth erklärt die drei im Museum der ägyptischen Altertümer zu Berlin befindlichen Prachtskulpturen, die er mit der Hauptbeschäftigung der frühzeitigen Nilanwohner, der Jagd, in Verbindung bringt, für eine Kuhantilope, einen Steinbock und ein Mährenschaf. Da das Gehörn der Antilopen und Rinder sich für die plastische und reliefartige Darstellung ebenso wenig wie für Gravierungen eignet, Mammut und Renn dem Ägypter aber nicht zu Gebote standen, so ist es erklärlich, daß die Kieseltechnik hier die von Schweinfurth beschriebene hohe Ausbildung fand, während sie in Mitteleuropa nur für Waffen und Werkzeuge in Anwendung blieb, in der Kunst aber durch das bessere Material verdrängt wurde.

Vom Eolithen zum Hünengrab.

„Da wurden ihre Augen aufgetan“, kann es hinsichtlich der Entdeckung der ältesten Werkzeuge des europäischen Menschen, der sog. Eolithen, heißen. Einmal erkannt, werden sie jetzt als Zeugen einer dem Paläolithikum (der Zeit der behauenen Steinwerkzeuge) vorausgehenden langen, der Tertiärperiode angehörenden Kulturstufe überall entdeckt. Für das große Interesse, das diese Entdeckung weitesten Kreisen einflößt, spricht z. B. die Reise, die der bekannte Maler Prof. Eugen Bracht in den Pfingsttagen 1905 zu den von A. Rutot in Brüssel geschilderten flandrischen Fundstätten von Eolithen unternahm, eine Wallfahrt, die dem Schöp-

*) Die Umschau, VII. Jahrg., Nr. 41.

fer des „Hünengrabs auf der Heide“ und ähnlicher an die graue Vorzeit gemahnender Moor- und Heidebilder gar wohl anlehnt (Zeitschr. für Ethnol., 35. Jahrg. 1905, S. 825).

Da die Solithenfrage im II. Jahrbuch, das auch sehr instruktive Abbildungen dieser Urwerkzeuge bringt, eingehend behandelt ist (S. 280), so bedarf es hier nur einiger Ergänzungen. E. Friedel, der schon im Jahre 1865 bei Wostewitz auf Rügen südlich von Sagard einen solithischen Feuersteinfelsen entdeckte — damals allerdings ohne das Stück chronologisch und historisch unterbringen zu können — ist überzeugt, daß der Nachweis noch anderer Solithe auf Rügen, welche Insel für den Norden Deutschlands den ältesten Sitz des Urmenschen bedente, ferner der Nachweis von Solithen in Mecklenburg, Holstein u. s. w. nicht lange mehr auf sich warten lassen werde. Ihrer Entstehung nach dem Tertiär angehörig, kommen die Solithe noch im Altalluvium vor und verschwinden dort allmählich vor der verbesserten Kultur, ebenso wie sich die paläolithischen Geräte, obwohl zweifellos dem Diluvium ihre eigentliche Entstehung verdankend, sich, vom Standpunkte der Kultur betrachtet, bis in das Alt-Alluvium (älteste neolithische Steinzeit) hineinziehen.

Die von Hauptlehrer Rieg bei Freyenstein in der Priegnitz gesammelten Solithe scheinen Geheimrat Friedel, der sich durch jahrzehntelange Beschäftigung mit den Erzeugnissen der Steinzeit einen außerordentlich scharfen Blick für die Technik der Urzeit und ihre Erzeugnisse erworben, meistens vom Urmenschen bemittelt zu sein und von ihm ihre charakteristische Abnutzung erhalten zu haben. Unter diesen Solithen sind keine Waffen, desgleichen ist der Solith von Wostewitz nur ein Werkzeug. Auch unter den belgischen, englischen und französischen Solithen fehlen Waffenstücke gänzlich. Der in die Faust passende Feuerstein wurde einfach genommen, wie er lag, und damit wurde losgewirtschaftet; höchstens wo Auswüchse und Ecken des Knollens in der bequemen Handhabung hinderten, hat der Ur-mensch diese abgeschlagen; im übrigen sind die Ab-splitterungen und Abreibungen an den Solithen nur durch den Arbeitsgebrauch, nicht wie bei den späteren Steingeräten durch Behauen und Schleifen, entstanden.*

Daß übrigens der Mensch ursprünglich überall mit diesen aus der Hand der Natur unmittelbar hervorgegangenen Werkzeugen gearbeitet, beweisen nicht nur die von Prof. Schweinfurth und Prof. v. Lusch an in Ägypten gemachten Funde, sondern auch die von Dr. Nötking (Kalkutta) schon 1896 im Pliozän von Birma, d. h. im Tertiär eingebettet gefundenen Feuersteinsplitter und Hohl-schaber, deren Zeitbestimmung durch dabei gefundene Reste vom Hippopotam, dem mehrschichtigen Vorläufer der diluvialen Wildpferde, ermöglicht wurde.

Aber — das alles erfreut uns nicht so, wie uns ein einziger Rest, Hand, Fuß oder Schädel, des Tertiärmenschen erfreuen würde. Doch zum Tausch ist der Spiritus, der Geist, der sich des Soliths ge-

schieht und kräftig zu bedienen wußte, und wer weiß, ob wir jemals noch eine Spur von seinen körperlichen Reliquien erwischen werden. Die Warr-nambul-Spuren in Australien (s. Jahrb. II, S. 289), auf Grund derer man den frühdiluvialen oder spätertertiären Australier konstatieren möchte, werden viel angefochten (s. S. 251). Sie könnten durch das Niederhocken eines Wilden im Sande hervor-gebracht sein, wie es unten dargestellt ist. Als weiteren Beweis für die spätertertiäre oder frühdiluviale Anwesenheit des Menschen in Australien führt M. Asberg*) zwei mensche-sche fossile Backenzähne an, deren Fundschicht durch die in ihr enthaltenen fossilen Reste ausgestorbener



Papua von Waiguna in australischer Bodenerstellung.

Beutetiere als pliozän oder pleistozän (jüngsttertiär) gekennzeichnet ist. Es liegt nach ihm keinerlei Bedenken vor, diese Zähne als vollständigen Beweis für die Existenz des Menschen auf australischem Boden vor der eigentlichen Diluvialzeit zu betrachten. Hoffentlich entscheiden die Untersuchungen des noch in Australien weilenden Prof. Klaatsch alle diese Zweifel und Streitfragen.

Vor seiner Abreise nach dem jüngsten Kontinent hat Prof. H. Klaatsch noch dem ältesten Engländer einen Beinh abgehakt und ihm die Ehre einer ausführlichen Untersuchung und Beschreibung zu Teil werden lassen. Es ist das Skelett von Galley-Hill anweit der Themsemündung, das bereits im Jahre 1888 gefunden, aber in Deutschland fast unbekannt geblieben, in Frankreich sogar sehr in Miß-kredit geraten war. Etwa 10 Fuß unter der Oberfläche hatte es zusammen mit schönen paläolithischen

*) Brandenburgia, XII. Jahrg. (1905/04), S. 351 u. 354 ff.

*) Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 7, Nr. 16 (Dr. S. Hagen.)



Abdrücke (Spuren des Menschen?) im australischen Dünenfall.

Instrumenten geschlummert, bis ein eifriger Sammler der letztenen, Mr. Elliott in London, den Schatz entdeckte und hob. Prof. Klaatsch ist voll Anerkennung der Vereinnahmung, mit der Elliott ihm die eingehendste Untersuchung des erst einmal beschriebenen Fundes gestattet, und legt seine Beobachtungen darüber nebst denen über die südenglischen Esolithen in einer schönen Abhandlung „Bericht über einen anthropologischen Streifzug nach London und auf das Plateau von Süd-England“ nieder.*)

Das Galley-Hill-Skelett führt uns eine seltsame, heute kaum in gleicher Weise zu findende Verknüpfung von Merkmalen vor, nämlich eine kleine unterste Statur mit kurzen Gliedmaßen, verbunden mit stark ausgeprägter Langschädligkeit (Dolichozephalie). Obwohl nicht vom Neandertalypus, ist es doch mit großer Wahrscheinlichkeit als paläolithisch zu bezeichnen, es braucht sogar keineswegs jünger als das des Neandertalers zu sein. Man muß also annehmen, daß in den älteren paläolithischen Perioden bereits sehr verschiedene Menschenrassen nebeneinander existiert haben. Der Schädel von Galley-Hill hat große Ähnlichkeit mit einem im Jahre 1891 in Brünn zusammen mit Knochenresten des Mammut und Nashorns (*Rhinoceros tichorhinus*) gefundenen Schädel; beide sind von einer enormen Länge und sehr geringer Breite (Zander, d. h. Verhältnis von Länge (100) zu Breite bei Galley-Hill etwa 64, Brünn 657). Zudem stammen beide von männlichen Personen mittleren Alters, sind also zum Vergleich besonders geeignet. Nicht nur hinsichtlich der Zähne, sondern auch in der ganzen Gestalt des Kiefers, der nichts mit der robusten Beschaffenheit der Objekte von Spy, Schipka, Krapina u. s. w. zu tun hat und sich durch ein stark hervorpringendes Kinn auszeichnet, herrscht weitgehende Übereinstimmung, die vielleicht durch den noch ausstehenden Ver-

gleich der erhaltenen übrigen Skeletteile Bestätigung finden wird.

Mit einem Angehörigen derselben Rasse haben wir es vielleicht bei dem Schädel Fund zu tun, der im Mai 1902 bei dem Gute Moissek in Eieland gemacht wurde. Hier fand, wie E. Wilfer berichtet,*), ein Bauer das auf dem Rücken ausgestreckt liegende, mit drei Reihen schwerer Steine bedeckte Skelett etwa $1\frac{1}{2}$ Fuß unter dem Erdboden; unweit der linken Schulter lag ein paläolithisches Messer aus geschlagenem Feuerstein, neben der rechten eine Handvoll Kohlen, sonst keinerlei Beigaben. Der Schädel — von den übrigen Knochen blieb leider nichts erhalten — ist ebenfalls stark dolichozephal (Zander 67), der Unterkiefer allerdings ungewöhnlich kräftig, mit wenig hervorstechendem Kinn. Wilfer möchte diesen Schädel, wie die beiden von Galley-Hill und

Brünn, Angehörigen der alten Mittelmeerrasse (*Homo mediterraneus* var. *priscus*) zuschreiben. „Das Vorkommen dieser ausgesprochen langköpfigen, mittelgroßen und, nach ihren heute in Südeuropa lebenden Vertretern zu schließen, schwarzhaarigen Rasse der älteren Steinzeit im Norden und Osten unseres Weltteils ist für die Rassen Geschichte von Wichtigkeit; sie scheint von später nachrückenden, leiblich und geistig höher entwickelten Rassen (*Homo priscus* und *H. europaeus*) zwar größtenteils nach Süden zurückgedrängt worden zu sein, in der Rassenmischung der Eiben, Ethen, Karelier, Wozalen jedoch auch im Nordosten, wie in der der Iren im Nordwesten noch fortzuleben.“

Was die Forschungen der letzten Jahre über das körperliche Aussehen des paläolithischen Menschen beigebracht haben, hat Prof. H. Klaatsch in der ihm eigenen übersichtlichen Weise, vermehrt durch die Ergebnisse seiner eigenen jüngsten Untersuchungen, in einer reich illustrierten Abhandlung*) zusammengefaßt, die neben den Schädelresten auch die übrigen Skeletteile berücksichtigt. Von besonderem, allgemeinen Interesse ist der Schlüsselschnitt, in dem er seine Ansichten über die Probleme der Abstammung und Rassengliederung der Menschheit darlegt.

Drei Fragen rufen besonders laut nach Antwort: in welcher Zeit des Tertiärs die Ausprägung der spezifisch menschlichen Merkmale an dem gemeinsamen Primatenstamm des Menschen und der Menschenaffen stattgefunden habe, an welcher Gegend der Erdoberfläche diese Menschwerdung erfolgt sei und welche Faktoren dabei mitgewirkt haben. Nach den in den letzten Jahren erfolgten Fortschritten der Wis-

*) Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 19.

**) Die Fortschritte der Lehre von den fossilen Menschenresten des Menschen in den Jahren 1900—1903. Sonderabdruck aus: Ergebnisse der Anatomie u. Entwicklungs-geschichte, Bd. XII, Wiesbaden 1903.

*) Zeitschrift für Ethnologie 1903, Heft 6.

enschaft läßt sich das Licht wenigstens schon in der Ferne ahnen.

Offenbar ist das Alter des Menschengeschlechts bisher fast allgemein viel zu gering angesetzt worden. Nur solange man an die Möglichkeit dachte, den Menschen von einem miozänen oder pliozänen Affen herzuleiten, konnte die spätere Ausbildung unseres Geschlechtes verteidigt werden. Auf das frühe Tertiär als die Zeit der Abzweigung des Menschen vom Primatenstamme drängen außerdem zwei Punkte seiner Organisation hin. Einmal die Beschaffenheit seiner Hand: sie besitzt denselben Greifapparat, der noch im Eozän, dem frühesten Tertiär, einer großen Anzahl von Affen der jetzigen

führt, daß der Mensch schon viel früher, als die Hypothese annahm, eine weite Verbreitung von seinem Entstehungszentrum aus gewonnen habe.

Von Wert bleibt Schoetensacks Hypothese trotzdem, nicht nur wegen der Anregung zum Vergleich der Australier und Tasmanierreste mit den europaischen Urzeitresten, sondern auch weil sie einige Aufklärungen über die äußeren Bedingungen der Menschwerdung anbietet. Noch immer läßt sich für die Erklärung der Eigenart des Menschenfüßes keine andere Annahme als die, daß er sich beim Erklettern von Bäumen nach Australierweise durch Aufstützen und Abwickeln des Fußrandes am Baustamm gebildet habe, rechtfertigen. Die



Von vorn.



Von der Seite.

Der Mensch der ältesten Steinzeit.

Säugetiere zukam, später aber fast allgemein rückgebildet wurde. Auch das Menschengesicht weist primitive Merkmale auf, und gerade aus dieser eigentümlichen Kombination uralter, eozäner Eigenart mit jüngeren, hochentwickelten Eigenschaften geht die bevorzugte Stellung des Menschengeschlechts hervor.

Was den Ort der Menschwerdung anbetrifft, so ist es nicht wahrscheinlich, daß der Kontinent, auf dem die Menschwerdung sich vollzog, als solcher noch existiert. Er kann daher nicht im eigentlichen, sondern nur in dem Sinne weitergesucht werden, wie sich die tiergeographischen Verhältnisse der Gegenwart aus denen des Tertiärs ableiten lassen. Der Blick richtet sich dabei auf die untergegangenen Ländermassen der südlichen Ozeane, durch den Pithekanthropus-fund (Java) nach einer bestimmten Richtung gezogen. Als jedoch Schoetensack die Hypothese aufstellte, Australien habe die Umwandlung des Primatenverfahren zum Menschen gescheit (s. Jahrb. I, S. 250), hatte die Anerkennung der Solithen noch nicht zu der Erkenntnis ge-

leitet, daß der Mensch schon viel früher, als die Hypothese annahm, eine weite Verbreitung von seinem Entstehungszentrum aus gewonnen habe. Von Wert bleibt Schoetensacks Hypothese trotzdem, nicht nur wegen der Anregung zum Vergleich der Australier und Tasmanierreste mit den europaischen Urzeitresten, sondern auch weil sie einige Aufklärungen über die äußeren Bedingungen der Menschwerdung anbietet. Noch immer läßt sich für die Erklärung der Eigenart des Menschenfüßes keine andere Annahme als die, daß er sich beim Erklettern von Bäumen nach Australierweise durch Aufstützen und Abwickeln des Fußrandes am Baustamm gebildet habe, rechtfertigen. Die

So können wir also schon in dem Menschen der älteren Steinzeit keine einheitliche Rasse mehr sehen, und wenn der amerikanische Anthropologe Hyatt Mayer auf Grund der vorgeschichtlichen Funde ein Bild des paläolithischen Menschen rekonstruiert hat, so mögen wir uns des Ab-

herten freuen, ohne doch anzunehmen, daß gerade der Neandertaler oder der Galley-Hill-Mensch genau so anzusehen habe.

In welcher Weise sich aus den Rassen der Vergangenheit die Bevölkerung eines Landes zusammenbauf und wie sich in ihr die alten Rassen widerspiegeln, erörtert der Vizepräsident des anthropologischen Instituts von Großbritannien Dr. John Beddoe in einem Aufsatz über „Die Rassen-geschichte der britischen Inseln.“*) Die ältesten Zustände des Menschen sind auch hier, wie in anderen Ländern, in tiefes Dunkel gehüllt. Von den Menschen der paläolithischen Epoche, welche die jetzt ausgestorbenen Tiere einst mit ihren rohen Waffen jagten, haben wir keine sicheren Kenntnisse; der Galley-Hill-Mensch hat wohl zu ihnen gehört. Daß sie untergingen oder auswanderten, ist nach Dr. Beddoes Ansicht weder bewiesen noch wahrscheinlich. Es gab vielmehr zwei oder drei ursprüngliche paläolithische Typen, die noch heute hin und wieder auftauchen. Einer von ihnen, mit deutlich mongoloidem Charakter wird in Wales, manchmal auch in anderen Gebieten gefunden, herrscht in der Bevölkerung der Bretagne stark vor und besitzt in der Physiognomie große Ähnlichkeit mit den Bewohnern Kaplands und des Himalaja. Von Gestalt sind die zu ihm gehörenden Briten klein, dick und schwerfällig; die Farbe ihrer Haut und ihrer Augen ist dunkel. — Anders ist der heute noch in Irland häufig vertretene Riverbed-Typus, mit an sich langsam, niedrigem und hinten breit entwickeltem Schädel, beschaffen. Er muß aus sehr frühen Zeiten stammen, gleicht dem gewöhnlichen neolithischen Typus nur wenig und zeigt bei seinen jetzigen Angehörigen eine große Statur und ein sehr oft röthliches Haar.

Der eigentliche neolithische Typus, der Mensch der jüngeren Steinzeit, der sich wohl über ganz Großbritannien verbreitet hatte, war mit dem iberischen, wenn nicht identisch, so doch nahe verwandt. Er war klein oder von mittlerer Statur, etwa wie der heutige Spanier, wohlgebaut, aber nicht besonders stark, mit eher zarten als groben Gesichtszügen und wohlgebildeter Nase. Der ausgeprägt dolichocephale Schädel glich dem modernen sehr; das Gesicht war länglich, die Stirn stand fast senkrecht und das Hinterhaupt sprang vor. Dieser Rassestypus bildet heute noch einen sehr wichtigen Bestandteil der Bevölkerung der britischen Inseln, in manchen Distrikten ist er so vorherrschend, daß er zu der Annahme führte, die dortigen Bewohner stammten von spanischen Einwanderern, was natürlich irrtümlich ist.

Die Bronzeperiode scheint durch eine bis dahin in Britannien unbekannte Rasse eingeleitet worden zu sein, eine Rasse, die sich durch auffallend starke körperliche und wahrscheinlich auch geistige Fähigkeiten auszeichnete. Die Bronzeasse war groß und kräftig gebaut, der Schädel des reinen Typus muß deutlich brachycephal (kurzschädelig) gewesen sein (Index 80 und darüber). „Ihre Gesichtszüge waren fahn und männlich, Augenbrauen, Nase und Kinn vorjpringend, die Kiefer stark, die Jochbeine ausgeprägt, das Ohrkläppchen lang und angewachsen. Ihre Hautfarbe war wahrscheinlich hell und das

Haar häufig rot oder gelb. Durch ihre Überlegenheit in Waffen und Körperkraft gelang es ihnen augenscheinlich, ganz Britannien und einen großen Teil von Irland zu erobern. Schädel ihres Typs sind in Steinflüssen auf den entlegenen der Orkneys und Hebriden aufgefunden.“ Da sie an Zahl wahrscheinlich geringer als die Unterjochten waren, so sind ihre Repräsentanten gegenwärtig vergleichsweise selten, ausgenommen in Cornwall, Cumberland und gewissen Bezirken Schottlands. Zwei, wahrscheinlich sogar drei aufeinander folgende Wogen keltisch sprechender Völker überfluteten die Inseln, die Gälten, die Kymren oder Brythones und die zu Cäsars Zeit in Südbritannien sehr mächtigen Gauls. Der Rasse nach waren diese Bronzeinsassen wahrscheinlich ein Mischprodukt aus dem kleinen unterjochten homo alpinus und der großen blonden nordeuropäischen Rasse. Heutzutage scheinen die Wallonen, Lothringers und Tiroler solche durch langandauernde Kreuzung gefestigte Typen darzustellen.

Instatt man die weitere Zusammensetzung der britischen Bevölkerung, an der sich die Römer, die Sachsen, friesischen und Angels, die Dänen, die Norweger und die ihnen verwandten Normannen, schließlich in neuester Zeit noch Hugenotten, Pfälzer und Juden beteiligt haben, zu verfolgen, werfen wir zum Schluß dieses Abschnitts noch einen Blick auf das im Abbruch befindliche Gebiet der Offsee mit seinen zahlreichen Hümngräbern, Steinflüssen und Urneufriedhöfen. Wohl mancher Leser hat sich, wenn er auf Stubbenkammer den Blick von den Kreidesfelsen des Königsstuhls über die weite blaue See schweifen ließ, gefragt: Woher der Name des Aussichtspunktes? Die Erklärungen, welche ihm aus dem Besuche dieses oder jenes alten Herrschers herleiteten, erschienen alle wenig zutreffend. Jüngst nun ist es Geheimrat E. Friedel gelungen, eine längst von ihm gehegte Vermutung unwiderleglich zu bestätigen, dahingehend: der Königsstuhl ist ein Königsgrab.*)

Jeder Besucher von Stubbenkammer überschreitet um auf die vorderste Plattform des Kreidesfelsens zu gelangen, der die unvergleichliche Aussicht bietet, auf einer Treppe einen Erdbuckel, der einige Bänke trägt: das Königsgrab von Stubbenkammer, ein gewaltiges Hümngrab, in dessen Wölbung die steinerne Trittschufung und auf dessen Höhe links der Hochsitz, also der Königsstuhl im engeren Sinne, eingelassen ist.

Das furchtbare Unwetter vom 18. zum 19. April 1905 hat auch vom Königsstuhl große Erdmassen abgepflückt, so daß man bald darauf mehrere große Blöcke der Steinsetzung des Grabes wahrnehmen konnte. Mit dem Glase lassen sich von einem der benachbarten Vorsprünge aus die Brand- und Aschenschichten des aus gemischter, hart geschlagener Erde Lage für Lage waagrecht angeschütteten Grabhügels erkennen. Der Hügel mag ungefähr kreisförmigen Grundriß gehabt haben, und die Ansammlung war umschlossen mit einem Steinfrange umgeben. Etwa ein Drittel des Königsstuhls dürfte bereits in die Tiefe gestürzt sein, die Grabkammer wird jedoch noch unversehrt sein. „Große Steinblöcke, wie in den Grabkammern der Stein- und frühen Bronzezeit,

*) Politisch-Anthropol. Revue, III. Jahrg. (1904), Nr. 1.

*) Berl. Lokalausg. 1904, Nr. 591.

dürften innerhalb des Königshügels kaum zu gewärtigen sein, vielleicht statt dessen eine aus Eichenstämmen gefüllte, mit kleineren Blöcken umstellte Kammer, in der ich mir mit allerhand Beigaben ausgestattet die Leichenbrandurne eines germanischen Volkstönigs denke aus der Eisenzzeit und aus der letzten Glanzzeit vor der Völkerwanderung.“

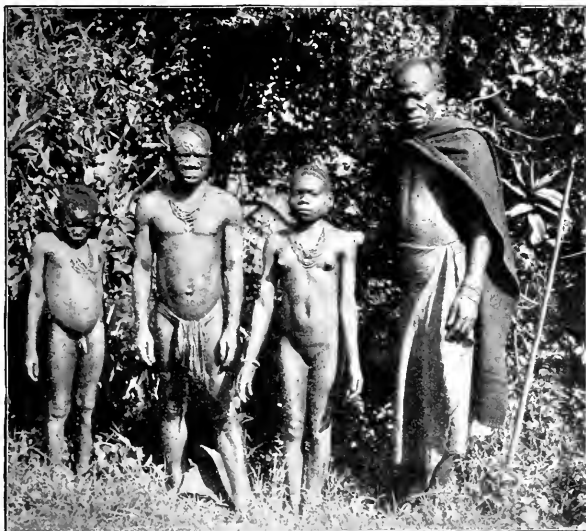
Da eine Aufgrabung der glücklicherweise sehr festgefühlagen Aufschüttung kaum möglich ist, ohne den Bestand von Stubbenkammers Glanzpunkt zu gefährden, so ist dem Grabe hoffentlich noch ein langes Weichen beschieden. Von seinem Hochsitz aus, wo die Gefolgskraften ihrem alten Seetönig opferten, erfreute sich sein ruheloser Geist in Vollmondsnächten noch lange des weiten Ausblicks auf das von ihm vor Zeiten mit dem Drachenschiff durchpflügte und beherrschte Baltische Meer!

Rassenfragen.

Hat uns der vorige Jahrgang mit den Zwergvölkern Süd- und Südostasiens bekannt gemacht, so gibt es diesmal Neues von den afrikanischen Pygmäen zu berichten. Über den Zwergstamm der Bequelle, der im südlichen Kamerun in der Urwaldzone zwischen der Küste und den ersten Bodenschwellen des Hinterlandes hauset, macht H. Paschen folgende Angaben.*) Die Bequelle sind Jäger, die zu zwei bis drei Familien vereint, durch die entlegenen Urwaldgebiete streifen und sich nur vorübergehend niederlassen. Zu dem Zwecke werden einfache, den notdürftigsten Schutz gewährende Blätterhütten errichtet. Während die Frauen, mit Kinderpflege, Beeren sammeln und Früchtesachen beschäftigt, dort verweilen, ziehen die Männer auf die Jagd. Um diese erfolgreich zu machen, vollführen die Zurückbleibenden auf einer Waldböschung Beschwörungszwei; die Tanzmusik wird hervorgebracht, in dem zwei parallel gelegte dicke Knüppel aus Eichenholz mit kurzen Schlägeln aus gleichem Material bearbeitet werden. Jede Spur von Anbau fehlt, doch tauschen die Bequelle die Erzeugnisse des Feld- und Gartenbaues von dem Negerstamme der Mabea gegen getrocknetes Fleisch ein. Die wichtigsten Jagdgerätschaften sind Schlingen und Fallen. Im Wachs und Körperbau ähnelt die Pygmäen den Nachbarn, nur sind sie bedeutend kleiner, schwächer, von schmutzigräuer, fast gelber Hautfarbe und mit spärlichen Augenbrauen.

Während es Paschen trotz langjähriger Aufenthalte in Kamerun nicht gelang, mit den sehr scheuen Bequelle in nähere Verbindung zu treten,

war Dr. J. David aus Bafel bei den Wambutti, den Pygmäen des Juruwaldes, glücklicher.*) Ich habe nun fünf Monate, schreibt er, in einem Zentrum der Pygmäenreviere zugebracht. Wambutti haben mir als Führer, Küchenlieferanten und Leibwächter gedient und haben in meinem Kamp gewohnt. Sie sind allerdings durch andauernden Verkehr mit Nachbarstämmen, besonders mit den Verwananegern, schon „bangwanisiert“, reizen nicht mehr aus, wenn man ihr Lager besucht, und leisten dem Weißen alle möglichen Dienste. Dagegen sind die von den Bangwana noch nicht beeinflussten, bei den Babira vorgefundenen Pygmäen schon ganz andere „Kerle“; gefürchtet wie Kobolde sind diese Hei-



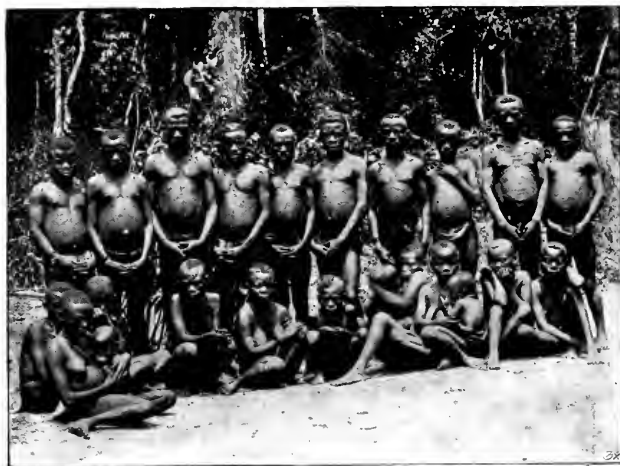
Wambutti, Urwaldpygmäen, mit Neger.

nen Beduinen des Waldes von allen Umwohnern, allerdings nur auf einsamen Waldpfaden in ihrem ureigenen Gebiete. Mit giftigen Säften und vergifteten Pfeilen sind sie schnell bei der Hand, was die Babira veranlaßt, sich, wenn sie in das Dickicht gehen, stark genähte Lederpanzer überzuhängen. Die höchsten glattrindigen Waldbäume besteigen sie nach Art der Australier mittels zweier um den Stamm geschlungenen, weiten, aber fest geknüpften Lianenringe mit affenartiger Behendigkeit. Das meiste Wild erlegen sie mittels Fallen und Gruben, doch besitzen sie auch Pfeile mit den verschiedensten, für jeden Zweck, für jeden Schuß besonders berechneten eisernen Spitzen. Sie haben nichts Affenartiges, sind zwar auf der Jagd äußerst leichtfüßig und rasch, sonst aber stille, ruhige Gesellen.

Am 5. Februar 1904 ließ Dr. David sich mit einigen Wambutti in eine Unterhaltung ein. Das Zählen ging bis fünf gut, dann etwas langsamer bis sieben. Nun folgten Fragen und Antworten.

*) Beiträge 3. Kolonialpol. u. Kolonialwirtsch. V. Jahrg., Heft 7.

*) Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 8, Bd. 86, Nr. 12.



Wambutti.

Frage: Habt ihr viele Kinder, nehmt ihr während eures Lebens viele Frauen? Antwort: Sehr viele Kinder. Wir haben auch viele Frauen, aber nur eine einzige in der Hütte.

Frage: Wie eßt ihr das Fleisch? Besitzt ihr Töpfe? Antwort: In Blätter gewickelt, in heißer Erde gebraten. Wir bleiben zwei Tage da, bis es gar ist.

Frage: Macht ihr die Waffen selbst? Antwort: Nur das Holz daran.

Frage: Eßt ihr Menschenfleisch, tut ihr es im Krieg, aus Hunger? Antwort: Zeichen des Abscheus, Schreckens. Einer ruft: Schlecht, schlecht!

Frage: Wie tötet ihr Elefanten? Antwort (die lange und genau doch Vornamen erläutert wurde): Man schneidet ihm mit Pfeilen und Lanzen die Sehnen in den Fuß- und Handwurzeln durch.

Frage: Wo wohnt ihr? Nur in Hütten oder auch auf Bäumen? Antwort: Im Kriege auch auf Bäumen.

Frage: Wie begrabt ihr? Man demonstrierte hier sehr genau, was David später im Wambuttidorf selbst feststellen konnte: mit Bogen und Pfeilen in der Hand in hockender Stellung unter einem Erdhügel in der Hütte. Bei unruhigen Zeiten werden die Leichen auch verbrannt.

Weiter gelangte Dr. David zu der Überzeugung, daß sie von Religion, Verehrung oder überhaupt metaphysischen Gedanken keine Spur besitzen, jedoch sich beständig von den feindlichen Mächten der Natur bekämpft und benachteiligt sehen. Die Körperlänge bei 15 Erwachsenen schwankte zwischen 142 und 128 Zentimeter. Von dem Häuptling Pevü sagt David: Das kleine Männchen sieht in manchen Stellungen gerade so aus wie ein zwölfjähriger Knabe, besonders wenn er neben dem Tische stehend sich mit auserlesenen Bissen füttern läßt. Mit den Sprachen der umgebenden Stämme hat die Wambuttisprache gar keine Ähnlichkeit, nicht einmal in der Klangfarbe.

Einen hellfarbigen Typus unter den Bantunegern, dem etwa 15 Prozent der Bevölkerung Zentralafrikas vom Sudan bis zur Kapkolonie angehören sollen, stellt S. P. Verner*) fest. Die Angehörigen dieser nicht nur durch helles Kupferbraun der Haut, sondern durch ihre ganze Erscheinung von den typischen Negern unterschiedenen Rasse sind unter den verschiedenen Bantu-Stämmen zerstreut, am zahlreichsten in den hochgelegenen Landschaften, und körperlich und geistig besser entwickelt als ihre dunkleren Stammesgenossen. Dieser typische hellkupferfarbige Afrikaner ist von hoher Gestalt, schlank und hat hellbraune Augen. Die oft hochrückige Nase ist niemals so flach wie bei anderen Negern, Hände

und Füße sind verhältnismäßig klein und die ganze Erscheinung dieser Leute hat etwas Semitisches an sich. Die Tendenz zur Erhaltung des hellen Typus durch natürliche Auslese ist eine sehr starke. Ehen zwischen den hellen und den dunkelfarbigten Negern kommen nur selten vor. Ob dieser Typus die Reste einer Einwanderung asiatischer Völker darstellt, ob eine lokale Variation der dunklen Rasse vorliegt, wäre im Hinblick auf ähnliche Erfahrungen bei anderen Völkern, z. B. bei den Japanern (s. Jahrb. II, S. 506), interessant zu erfahren.

So gut die Negerrasse in der eigenen Heimat gedeiht, so schlecht geht es ihr in ihrem Negertivaterlande Amerika. John Bull ist ein schlechter Stiefvater, er möchte das schwarze Pflegekind am liebsten um die Ecke bringen, und so ist es gewiß, daß in den Vereinigten Staaten noch schlimme Tage für die Nachkommen der ehemaligen Sklaven bevorstehen. Die Zahl der Vollblutnegern nimmt außerdem infolge starker Sterblichkeit, besonders an Schwindsucht, sowie durch Mischehen rasch ab. Während die farbige Bevölkerung vor 12 Jahren noch in Karolina, Mississippi und Louisiana überwog, halten sich Schwarze und Weiße heute nur noch in Karolina die Waage. Eine über fast 29 Millionen besonders der Nordstaaten sich erstreckende Zunahme ergab, daß im Jahre 1900 die Sterblichkeit auf 1000 Einwohner bei Angehörigen der europäischen Rasse 17,5, bei den Negern dagegen 50,2, also fast doppelt so viel betrug. Die Sterblichkeit der Weißen nimmt ab, die der Neger erhöht oder erhöht sich gar: an Malaria ist sie zehnmal, an Typhus doppelt so stark wie bei den Weißen; am schlimmsten wüten unter ihnen Tuberkulose und Lungengentzündung.

Wie in allen Gebieten, wo verschiedene Rassen durcheinander wohnen, liegt die Gefahr der Rassenvermischung und Rassenverschmel-

*) Amerikan Anthropologist Bd. 5 (1903), S. 539 ff.

zung nahe. E. F. Ward, der kürzlich seine besonders auf das Studium amerikanischer Verhältnisse gegründete Ansicht über diesen Vorgang ausgeprochen,*) nimmt an, daß auch die augenblicklich in den Vereinigten Staaten herrschende Antipathie gegen die Neger den Mischlingsprozeß, der zur Sklavenszeit eine zahlreiche Mischlingsbevölkerung schuf, zwar verlangsamen, aber nicht völlig unterbinden wird. Rückichtlich der mongolischen Rassen scheint die Mischung der Vermischung mit Europäern weniger stark, ausgenommen die Mischung mit den Indianern, die nun durchwegs, soweit sie in den von Europäern besiedelten Gebieten bleiben, mit letzteren vermischt sind. C. v. Haffner weist auf den Umstand hin, daß gewisse bartlose und knochige Pantofgeschichter viel mehr an Rothhäute als an Söhne Albions erinnern. Auch in den Indianerreservationen, in denen sich in letzter Zeit europäische Ansiedler zahlreich niedergelassen haben, gibt es rasche Blutmischung vor sich, da indianische Frauen wegen der ihnen gesetzlich zustehenden jährlichen Rente bei der unteren Klasse der Ansiedler recht gesucht sind.

Die Gefahr einer völligen Ausrottung der Indianer scheint übrigens seit kurzem besänftigt, da sich kürzlich zum erstenmal seit der 1878 erfolgten Zählung ein merkbares, wenn auch nur geringes Wachstum der indianischen Bevölkerung gezeigt hat. Hauptsächlich erweist sich also der „Kette der Mohikaner“ noch lange des rasigen Wüchses, während die spärlichen Reste der einstmaligen Antillen beherrschenden mächtigen Kariben auf Dominika, von denen vielleicht noch 120 als reibblütig zu betrachten sind, wohl kaum vom Untergange zu retten sein werden. Die Kariben auf St. Vincent sind eher Neger als Indianer, und die karibische Sprache ist schon völlig erloschen.

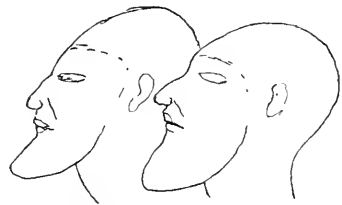
Eine Bemerkung Bullis, daß der Karibentypus, auch in den heute noch lebenden Resten, zweifellos mongolischen Charakter aufweise, und ein karibisches Kind kaum von einem chinesischen oder tartarischen zu unterscheiden sei, führt uns noch einmal auf die als gemeinsames Merkmal aller Mongolenstämme bezeichneten „Mongolenflecke“ zurück. In einer alles darauf bezügliche Material zusammenfassenden Abhandlung zeigt Dr. R. Lehmann-Witsche,**) daß der dunkle Fleck der Neugeborenen gelegentlich bei der hellfarbigen, sonst bei den mittelfarbigen und dunklen Rassen vorkommt. Mulattenkinder aus Brasilien und Argentinien (reine Neger gibt es wohl kaum noch in Argentinien) zeigten die Flecke sicher, wenn auch verschwommen. Die Kinder von Araukanern tragen sie ebenfalls, doch lassen sie sich auf der photographischen Platte nur sichtbar machen, wenn man sie mit chinesischer Tuschke überfährt. Die Farbe ist bei ihnen hellbraunviolett, auf keinen Fall bläulich wie bei den Mongolen. Da der amerikanische Forscher Frederik Starr***) die Flecke bei Maya-Babies (Yukatan) von reinem Indianerblut mehrfach im ersten Lebensjahre fand, so ist es auffallend, daß andere Stämme jenes mittel-



Geburtsflecke bei Kindern von argentinischen Araukanern.

amerikanischen Gebietes, z. B. die berühmten Azteken, dieses Merkmal nicht aufweisen.

Besonders rege Fortschritte hat in jüngster Zeit die Rassenforschung hinsichtlich der Juden gemacht. Eine vorzügliche Arbeit über die Anthropologie der jüdischen Rasse hat J. M. Judd verfaßt.**) Er zeigt durch umfassende Untersuchung der wichtigsten körperlichen Merkmale, daß die Juden einen einheitlichen Mischtypus bilden, der in seiner Zusammensetzung eine große Fähigkeit und Beharrlichkeit aufweist. Brachycephalie (Kurzschädligkeit) ist in 60 bis 80 Prozent das Hauptmerkmal der Juden und es ist im allgemeinen keine Ähnlichkeit zwischen dem Schädelbau der Juden und der Bevölkerung, inmitten deren sie leben, vorhanden. Es kommt bei ihnen ein wechselnder Prozentsatz (20–50%) von Monden und Hellgängigen vor, aber wiederum ganz außer Zusammenhang und Analogie zu den gleichen Merkmalen der eingeborenen Bevölkerung. Die durchschnittliche Körpergröße der Juden in Europa ist fast überall kleiner als die der eingeborenen Bevölkerung, folgt dieser aber in einem gewissen Abstände, so daß größere Völker auch größere Juden unter sich haben als kleiner gewachsene. Diese Analogie beruht jedoch nicht auf Vermischung, sondern darauf, daß das Längenwachstum der Knochen einer der wenigen organischen Vorgänge ist, der von Klima



Köpfe von Äthiopiern um 1500 v. Chr.).

und Ernährung (Näßen) nachweislich beeinflusst wird.

Rassenanthropologisch ist es demnach falsch, die Juden als „Semiten“ zu bezeichnen, die zur mittelländischen Rasse gehören und sich durch Langschädligkeit und dunkles Pigment auszeichnen.

Freilich wird die nationale Bildung der Juden von einer semitischen Erbscherherde aus

*) Amerik. Journ. of Sociology, Bd. VIII, S. 721. Naturwiss. Wochenschrift, Bd. III, Nr. 34.

**) Die dunklen Hautflecke der Neugeborenen bei Indianern und Mulatten, Globus, Bd. 85 (1904), Nr. 19.

*** Zeitchrift für Ethnologie, 36. Jahrg. (1904), S. 137.

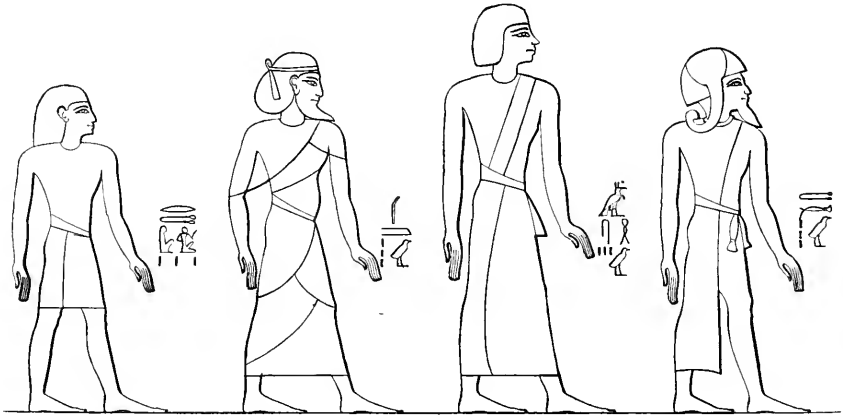
*) Die Juden als Rasse. Berlin, Jüdischer Verlag.

gegangen sein, welche die verschiedenartigsten Rassen-Gruppen unterwarf und ihnen ihre Sprache aufzwang. Aber die unterworfenen Rassen gibt uns einerseits die Bibel, anderseits das in den letzten Jahren mit großem Erfolge betriebene Studium der ägyptischen, vorderasiatischen und babylonischen Bildwerke hinreichenden Aufschluß. Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, daß Palästina in den ältesten Zeiten viele jahrhundertlang „eine Schaubühne der Rassenamalgamierung der semitischen Juden mit der primären Bevölkerung dieses Landes“ war.

Als erster Bestandteil dieser Bevölkerung sind die Kanaaniter zu nennen, deren anthropologische Merkmale, nicht mehr genau festzustellen, sich wahrscheinlich dem mittelländischen Typus näherten. Den südlichsten Teil Kanaans bewohnten zur Zeit des

diese Weise entstandenen Gesamtmerkmale werden durch ihre einheitliche Physiognomie ergänzt. Diese verdankt die jüdische Mischrasse zweifellos den Hettitern, deren nach Zahl und Eigenschaften stark überwiegender Einfluß sich durch die eigenartige Mandelförmigkeit der Augen, die Form der Nase und der Lippen auch bei den langköpfigen und hellen Juden erkennen läßt. Reinrassige mittelländische und nordische Elemente in der jüdischen Rasse sind verhältnismäßig selten.

Ein wie gewaltiges Rassengedränge und Gemenge vor Jahrtausenden in der Südstecke der Mittelmeergeküste stattfand, zeigt uns auch ein Blick auf die Bevölkerung Ägyptens, deren Bestandteil: jüngst von Prof. Dr. G. Fritsch*) und Prof. Wiedemann**) eingehend analysiert sind, ohne



Die vier Menschentypen, ganz links Ägypter, dann Äthiopier, Neger, Sinesen.

Einfalls der Semiten die Amoriter, Menschen mit Langschädeln, regelmäßigen Jügen, gerader Nase und nicht dicken Lippen. Ihre Haare waren durchweg hell, die Augen blau, die Hautfarbe rötlich, es unterliegt also keinem Zweifel, daß sie Angehörige der blonden Rassen waren und ein Glied in der Kette der hellhaarigen Bevölkerung darstellten, die ursprünglich die östlichen und südlichen Küsten des Mittelmeeres bewohnt haben soll. Ganz verschieden von den Amoritern und den mit ihnen verwandten Jebusitern und Hittitern ist die Rasse der Chettäer oder Hettiter, die große Verwandtschaft mit den heutigen Armeniern zu haben scheinen. Der Typus dieser Rasse ist von großer Eigenart: hervortretende Jochbeine, breite Nase, volle Lippen, deutlich kurzköpfiger Schädel, dunkle Augen und Haare, gelblicher oder bräunlicher Teint, kleine Statur. Als letzter Rasseneinschlag der Juden sind die Kuschiten zu nennen, negerartige Elemente, deren Eigenschaften bei manchen Juden noch heute atavistisch in den traufen Haaren und den wulstigen Lippen fortdauern.

In dem Zeitraum bis etwa 500 v. Chr. haben sich diese Rassen miteinander vermischt zu den heutigen Juden, bei denen die spätere Zerstreuung über alle Welt keine wesentlichen Veränderungen mehr hervorgerufen hat. Die physisch einheitlichen, auf

daß sich daraus ein klares und übereinstimmendes Resultat ergibt. Prof. Wiedemann schließt seine Untersuchung mit den Worten:

„In der Zeit Ägyptens kann ebensowenig wie in der Zeit des zweiten Jahrtausends v. Chr. im Niltale von einer einheitlichen Rasse die Rede sein. Hierin deckt sich das Ergebnis der anthropologischen Forschung mit dem der kunstbetrachenden und mit dem der linguistischen. Wenn man auch noch darüber im Zweifel sein kann, aus welchen Bestandteilen sich die historischen Ägypter zusammensetzten: daß sie aus verschiedenen Elementen entstanden waren, kann als feststehende Tatsache angesehen werden. Mit großer Wahrscheinlichkeit wird man als Einzelement Lybier, Hamiten (Nubier) und Semiten annehmen können, doch mögen außerdem zahlreiche andere Stämme in mindererem Maße in Betracht kommen.“

Nachdem die Juden vor etwa 1800 Jahren ihre politische Selbständigkeit eingebüßt und sich in alle Welt zerstreut hatten, konzentrierten sie sich allmäh-

*) Naturwiss. Wochenschrift Bd. III, Nr. 43 und 44. Vergleichende Betrachtungen über die ältesten ägyptischen Darstellungen von Volkstypen.

**) Die Umschau, 8. Jahrg. 1904, Nr. 4 und 5. Die Rassen im alten Ägypten.

lich in Westeuropa und gewannen dort Reichtum und Einfluß. Ihre Ruhe wurde aber bald gestört und ungefähr um das Jahr 1000 n. Chr. begann ein Vernichtungskampf gegen sie, der zu einer neuen Zerstreuung führte. Die meisten fanden in Osteuropa Unterkommen und Ruhe, bis sich auch dort infolge neuer Bedrückungen die Notwendigkeit einer neuen Diaspora ergab. „Das Leben wird, so schreibt Dr. S. Weissenberg*, den Juden in Rußland, Rumänien und Galizien unmöglich gemacht, sie müssen fort, aber wohin? Während Osteuropa, das jetzt kulturell auf dem Niveau des mittelalterlichen Westeuropa steht, und deshalb gegen die Juden dieselben mittelalterlichen Mittel anwendet, sie mit Schwert und Vertreibung bedroht, betrachtet das übrige Europa diese Mittel als inhumane, barbarische, und wendet gegen seine Juden ganz moderne Waffen an, wie z. B. gänzlichen Ausschluß von vielen Berufen (?), vom Staatsdienst (?), Gründung von Konkurrenzgeschäften auf antisemitischer Basis u. s. w. Beide Methoden führen aber zu demselben Endresultat: die Juden verhungern (!) und müssen weg.“

Im Hand des 1. Bandes der „Jüdischen Statistik“ (Berlin 1903) sucht Dr. Weissenberg die traurige Lage der Juden in Europa zu beweisen. Rußland mit seinen 5 Millionen Juden, weit mehr als die Hälfte der etwa 8½ Millionen zählenden jüdischen Bevölkerung Europas, marschiert in der Zahl, aber auch hinsichtlich der traurigen Lage seiner Israeliten an der Spitze. Ihm folgen Österreich-Ungarn (fast 2 Mill.), das Deutsche Reich (etwa 600.000), Rumänien (270.000), England (180.000), Niederlande (100.000). Die Zahl der Israeliten in der europäischen Türkei, in der jüdischen Statistik mit 82.000 viel zu gering angegeben, beträgt nach Hübners geogr. statist. Tabellen (1903) 1½ Millionen. Hinter diesen Ziffern bleibt die Zahl der Juden in den übrigen europäischen Staaten weit zurück. Nur Frankreich (mit 90–100.000) und Italien (gegen 50.000) wären noch zu nennen. Eine bedeutende Zunahme der Juden zeigt in Europa nur Großbritannien, das einen Teil der aus Osteuropa Auswandernden aufnimmt, während für die meisten dieser Flüchtlinge die Vereinigten Staaten das Gelobte Land bilden. Hier hat sich die jüdische Bevölkerung von 5000 im Jahre 1818 auf 156.000 im Jahre 1902 gehoben. New-York allein soll über die Hälfte dieser Zahl beherbergen. Wenn Weissenberg die Gesamtzahl der Juden der ganzen Erde auf rund 11.000.000 schätzt, so ist auch das wohl noch zu gering angenommen, da die Zahlen der jüdischen Statistik hinter denen der Hübnerschen und anderer auf verlässliche Quellen gestützte Tabellen vielfach zurückbleiben. Für Europa läßt sich beweisen, daß der jüdische Stamm als Gesamtheit zwar in steter Vermehrung begriffen ist, daß diese Vermehrung aber in vielen Ländern sowohl absolut als auch im Verhältnis zur Landesbevölkerung erheblich geringer geworden ist. Ob das aber allein eine Folge der Bedrückung und des sozialen Elends der Juden, ob es nicht vielfach eher ein Resultat ihrer politischen und sozialen Besserstellung und der

damit einhergehenden größeren Vorsicht ist, darüber werden die Ansichten wohl noch lange geteilt bleiben.

Herz und Magen.

Wo auch immer die rastlos tätige Forschung einsehen mag, sie kann gewiß sein, auf neue, noch nicht bemerkte, übersehene, falsch aufgefaßte und unrichtig gedeutete Tatsachen zu stoßen. Mit doch, wie einmal ein bedeutender Physiologe bemerkt hat, der Irrtum der Haupthebel des Fortschritts der Wissenschaft; hätten wir die volle, ungetriebene Erkenntnis, so wäre das der Tod aller Forschung und alles Strebens: eine Wahrheit, die übrigens Lessing schon lange vorher in seiner wunderbar klaren und ergreifenden Weise ausgesprochen hat.

So haben auch Herz und Magen, diese seit Jahrhunderten von Ärzten und Physiologen unablässig beobachteten und studierten, für Gesundheit und Wohlergehen des Leibes bedeutungsvollen Organen anscheinend noch lange nicht alle ihre Geheimnisse hergegeben. Hat doch die Lehre von der Herztätigkeit durch Forschungen der neuesten Zeit erst wieder eine tiefgreifende Umgestaltung erfahren, die wir hier an Hand zweier Darstellungen Th. W. Engelmanns*) verfolgen wollen.

Bis vor kurzem herrschte allgemein die Lehre, daß der Herzmuskel gleich den übrigen Muskeln des Körpers die Anregung zu seiner Tätigkeit vom Nervensystem empfangt; daß auch das ausgeschnittene, seiner Verbindung mit dem Nervenzentrum beraubte Herz fortfährt, längere Zeit in normaler Weise zu schlagen, erklärte man durch den großen Nervenreichtum des Herzens, indem man in den zahlreichen, in der Herzwand gelegenen Ganglien (Nervenknoten) die Quelle für die Bewegung des ausgeschnittenen Herzmuskels und für die zusammenwirkende rhythmische Bewegung seiner Muskelfasern sah. Dieser „neurogenen“ Theorie tritt nun eine „myogene“ gegenüber, welche die Bewegungen hervorrufoende Reizleitung und die Koordination der Herzbewegungen als eine Funktion der Muskelfasern ansieht und die Bedeutung der Nerven nur darin sieht, die Herztätigkeit zu modifizieren, den wechselnden Bedürfnissen des Organismus anzupassen.

Die rhythmischen Pulsationen, das Zusammenziehen und Ausdehnen des Herzens, haben also die Anwesenheit von Nervenganglien nicht zur Bedingung, sie werden von den Muskelfasern aus eigener Machtvollkommenheit besorgt. Die Muskelfasern, von denen die normalen Herzerregungen ausgehen, liegen an der Herzwurzel, und zwar an den Enden der großen Venen, in dem sogenannten Sinusgebiet, wo das Blut in das Herz zurückströmt, und zwar kann die motorische Erregung von jedem Punkte des Sinusgebietes ausgehen. Diese weite Verbreitung der Reizbarkeit durch das ganze Sinusgebiet ist für die Erhaltung regelmäßiger Herztätigkeit sehr wertvoll; denn so kann das Herz im Gange erhalten werden, solange nur ein kleiner Abschnitt, ja selbst nur eine einzelne Muskelfaselle automatisch tätig und mit dem

*) Das Herz und seine Tätigkeit im Lichte neuerer Forschung. Festschrift, Berlin 1903. — Myogene Theorie u. Innervation des Herzens. Sep. Abdruck aus „Die deutsche Klinik am Eingange des 20. Jahrhunderts“ 1903.

*) Jüdische Statistik. Globus, Bd. 83, Nr. 20.

übrigen Herzen in reisleitender Verbindung geblieben ist.

So beruht also der rhythmische Herzschlag, das Funktionieren des Herzens als Pumpe, nur auf den Eigenschaften der elementaren Muskelsellen, in denen die motorischen Reize automatisch, d. h. ohne nachweisbare äußere Einwirkung, nur durch Stoffwechselvorgänge erzeugt, entstehen. Die bedeutungsvollste unter diesen Eigenschaften ist die, daß das Herz sich stets maximal zusammenzieht, d. h. so stark, als es im gegebenen Augenblick sich überhaupt zusammenziehen kann. Ganz anders als bei den gewöhnlichen Muskeln, bei denen die Größe und Kraft der Zusammenziehung von der Stärke des auslösenden Reizes abhängt, heißt es beim Herzen stets: Alles oder nichts! Der schwächste überhaupt noch wirksame Reiz gibt sogleich die zurecht mögliche größte Kontraktion. Damit wird dem Herzen die möglichst vollständige Ausbreitung des Blutes und die mögliche Gleichmäßigkeit der Blutzufuhr in die großen Arterien gewährleistet.

Dieser vielvermögende, während des Lebens im Mutterleibe vollständig ausreichende Mechanismus genügt den mächtigen Einflüssen der äußeren Umgebung, denen der Organismus während des späteren Lebens ausgesetzt ist, nicht immer. Hier greifen die Verbindungen des Herzens mit dem Nervensystem und die Ausbildung des eigenen Nervengangliensystems des Herzmuskels ein, deren Tätigkeit und Wichtigkeit Prof. Engelmann durch ein anschauliches Gleichnis erläutert.

Danach würden die Beziehungen, welche nach der myogenen Theorie zwischen dem Nervensystem und der Herzmuskulatur bestehen, denen eines Pianolaspielers zu seinem Instrument zu vergleichen sein. „Wie beim Pianola Rhythmus, Melodie und Zusammenklang schon durch den Mechanismus gegeben sind, das Instrument, durch den in ihm angebrachten Motor bewegt, sein Stück selbsttätig, automatisch spielt, so führt auch der Herzmuskel das rhythmisch harmonische Spiel der Herzbewegung automatisch, maschinenmäßig aus. Wie aber der Pianolaspieler durch Druck auf gewisse Hebel Beschleunigung und Verlangsamung des Tempos, An- und Abschwellungen der Tonstärke erzeugt und dadurch das ohne ihn seelenlose Instrument gleichsam belebt und zum Organ seiner Seelenbewegung macht, so belebt, nur in noch viel reichlicher Weise, das Nervensystem den ohne sein Zutun einfürmigen Gang des Herzschlages und befähigt ihn, den Empfindungen und Erregungen des Körpers im weitesten Umfange zu folgen und Ausdruck zu verleihen.“

Das durch die myogene Theorie der Herzbewegung in seiner Hauptbetätigung vom Nervensystem unabhängig gemachte Herz wird freilich seiner Souveränität durch die von Dr. Hasebroeck gegebene neue Darstellung des Blutkreislaufs zum Teil wieder entleert.*) Er zeigt, daß das Herz nicht das einzige treibende Organ am Blutkreislauf-Apparat sein kann. Es wird außer vom Herzen auch von den Blutgefäßen und deren Umgebung selbständige Triebkraft geliefert. Die Herzkammern haben in der Hauptsache die Aufgabe, das

Blut bis in die Organe heranzubringen; hier wird es durch Tätigkeit der Organe aufgefangen und weiterbefördert. Die auswärts gelegenen (peripheren) Organe stellen somit ein zweites, mit dem Herzen verknüpft Pumpwerk dar. Die Blutadern arbeiten in der Peripherie selbständig und stoßen in einem ähnlichen rhythmischen Verhältnis zu den Kammern des Herzens wie die Vorhöfe. Als Beweise für die Wichtigkeit der Auffassung bringt Hasebroeck eine Anzahl Tatsachen, die wir hier übergehen wollen; auch sucht er aus mitgeteilten Pulskurven direkt die Eigenbewegung der Blutgefäße (Adern) wahrscheinlich zu machen. Durch die Anschauungen des Verfassers würde uns der Umstand verständlich werden, daß bei Herzkrankheiten die Blutgefäße und ihre Umgebung in gewissem Grade die Stellvertretung des erkrankten Herzens übernehmen können.

Der durch die schiefe Lage des Herzens bedingte, ein wenig raschere Blutzustrom zum rechten Arm dürfte eine der Ursachen sein, die den Menschen bevorzugt haben, lieber diesen zu gebrauchen als den linken, und so allmählich zur Rechtshändigkeit überzugehen. Prof. Dr. Cunningham sucht in einem Vortrage*) festzustellen, ob bei den ältesten Angehörigen des Menschengeschlechts diese Eigentümlichkeit bereits in dem heutigen Maße entwickelt war. Der raschere Blutzustrom zum rechten Arme ist durch mehrere Umstände bedingt: erstens dadurch, daß von der Hauptschlagader (Aorta) zuerst die rechte Arterischlagader, dann die beiden Kopfschlagadern und nun erst die für den linken Arm abgeht, die Schnelligkeit des Blutlaufs aber vom Herzen nach den entfernteren Körperteilen zu stetig abnimmt; zweitens dadurch, daß die rechte Arterischlagader auf einer kurzen Strecke durch ihre Verbindung mit der rechten Kopfschlagader einen weiteren, das Blut weniger aufhaltenden Kanal bildet; drittens durch die oft größere Weite der rechten Arterischlagader an sich.

Tun deuten aber manche Umstände darauf hin, daß diese Bevorzugung der rechten Arterischlagader hinsichtlich der beiden letzten Punkte in früheren Epochen nicht bestand, beim Menschen nicht uralt, sondern erst später erworben ist, so daß als mechanische Ursache der Rechtshändigkeit nur der weitere Weg für das Blut vom Herzen zum linken Arm übrig bliebe. Einen Grund dafür, daß die rechte Hand den Vorzug bei allen aktiven Verrichtungen erlangte, sieht schon Prof. v. Martens darin, daß seit der ältesten Zeit im Kampfe die Linke als Schutzwehr für das Herz dienen mußte.

Prof. Cunningham führt zahlreiche Beweise vor, daß auch in vorgeschichtlicher Zeit die rechte Hand eine größere Rolle spielte als die linke; doch scheint sie noch nicht die hohe Bedeutung wie heute erlangt zu haben, da sich auf Grund des Studiums der neolithischen Waffen und Geräte erkennen läßt, daß in der jüngeren Steinzeit der Prozentfuß der linkshändigen Personen noch ein ganz bedeutender war. Die Menschenaffen sind nie zur Erwerbung der Rechtshändigkeit gekommen.

In etwas anderer Weise als bei der Hand zeigt sich die Abhängigkeit der Organgestaltung von der

*) Die Umschau, VIII. Jahrg. (1904), Nr. 11.

*) Journal of the Anthropol. Institute. 3. 72, S. 273.

funktion beim Darm. Edw. Vabák hat interessante Experimente über den Einfluß der Nahrung auf die Darmlänge angestellt, welche die tatsächlichen Befunde der vergleichenden Morphologie bestätigen.*) Bekanntlich hängt die Länge des Darmes in erster Linie von der Qualität der Nahrung ab, insofern wir bei den Pflanzentressern den längsten, bei den Fleischfressern den kürzesten Darm antreffen. So beträgt z. B. die Länge des Darmes bei Schaf und Siege 27 Körperlängen, beim Rind 20, beim Schwein 14 bis 15, beim Kaninchen 10, beim Hund 6 und bei der Katze nur 4. Vabák wählte zu seinen Versuchen Kaulquappen von Fröschen, die am besten bei gemischter Nahrung befanden, aber auch bei einseitiger tierischer oder pflanzlicher Kost fortwachsen. Wurden die Quappen mit Fleisch genährt, so wies der Darm nur wenig Spiraltouren auf, bei einseitiger Pflanzennahrung dagegen wuchs die Zahl der Windungen ganz beträchtlich und der Durchmesser des Darmes war um das zweifache dreifache geringer als bei den Fleischfressern. Die Länge des ganzen Darmtraktes (von der Speiseröhre bis zum After gemessen), betrug bei den Pflanzentressern 7, bei den Fleischfressenden Carren 4.4 Körperlängen. Gegen Ende der Metamorphose vergrößert sich der Darmtraktus bedeutend, und zwar beträchtlicher bei den Pflanzentressern, so daß die Darmlänge des ausgebildeten Frosches unabhängig von der Nahrung stets die gleiche ist, ein bis zwei Körperlängen. Die Muskele wandlung des Darmes war bei den Pflanzentressern viel dünner und zarter als bei den Karnivoren.

Unter dem Titel „Die chemische Regulation des Absonderungsvorganges“ machen W. M. Bayliss und E. H. Starling interessante Mitteilungen über die mit der Verdauung zusammenhängenden Anpassungen der Organe, welche die Verdauung und Assimilation der Nahrung besorgen.**)

Jede der Höhlen, die dem Verdauungskanal angehören, hat ihre eigene Reihe von rückwirkenden Mechanismen, die so angeordnet sind, daß sie die eingenommene Nahrung mit einem Saft übergießen, der einen oder mehrere Bestandteile derselben auflösen kann. Der Mechanismus für die Absonderung des Speichels im Munde ist ein ganz und gar nervöser. Die Schleimhaut ist mit bestimmten Empfindlichkeiten gegen verschiedene Gruppen der Nahrung ausgerüstet und die Tätigkeit der Speicheldrüse wird reflektorisch, d. h. ohne Mitwirkung des Verstandes allein auf den Reiz der Geschmacksnerven hin, je nach der Beschaffenheit der im Munde befindlichen Stoffe erregt.

Im Magen wird die Absonderung des Magensaftes in erster Reihe durch das Nervensystem geregelt und durch den Appetit oder durch im Munde entstehende Reflexe erregt. Erst später tritt bei der Magenverdauung eine Sekretion (Flüssigkeitsabsonderung) auf, die durch die Anwesenheit und Beschaffenheit der Nahrung im Magen selbst bestimmt wird. Diese sekundäre Sekretion ist unabhängig vom Zentralnervensystem, doch ist bisher noch nicht fest-

gestellt worden, ob sie als ein lokaler Reflex oder als eine direkt oder indirekt vom Mageninhalt kommende chemische Reizung zu betrachten sei.

Wenn die stark saure, die Produkte der Magenverdauung enthaltende Flüssigkeit den Magen verläßt, um in den Zwölffingerdarm zu treten, kommt sie in Berührung mit zwei anderen Absonderungen, der Galle und dem Pankreassaft, die in solcher Menge fließen, daß der Inhalt des Zwölffingerdarmes fastisch neutral wird.

Auch die Sekretion des Pankreassaftes wird nach Pawlow, genau vergleichbar der Speicheldrüsensekretion, durch einen Nervenreflex bedingt. Der Ausgangspunkt dieses Reflexes ist die Reizung der Darmschleimhaut durch den Speisebrei und durch Stoffe wie Öl, Äther oder Senföl. Nicht nur wird der Pankreassaft gerade zu der Zeit, wo er gebraucht wird, in den Darm entleert, sondern es ändert sich auch seine Zusammensetzung entsprechend der Nahrung, indem bei Fleischdiät das proteolytische Ferment sich vermehrt. Durch Versuche, bei denen eine Zerstörung aller Nervenverbindungen stattfand und dennoch die Pankreasabsonderung sich wie beim normalen Tier vollzog, glaubten Bayliss und Starling bewiesen zu haben, daß es sich mehr um einen chemischen als um einen nervösen Mechanismus bei dieser Sekretion handle. Die Bauchspeicheldrüse scheint durch eine vom Darm abgesonderte wirksame Substanz, die die beiden Autoren „Sekretin“ nennen, zur Auscheidung des Pankreassaftes veranlaßt zu werden. Aber die Wirkung des Sekretins erstreckt sich nicht nur auf die Bauchspeicheldrüse, sondern auch auf die Leber.

Seit langem weiß man, daß der Pankreassaft, um seine volle Wirkung zu entfalten, der gleichzeitigen Anwesenheit von Galle bedarf, und die Tatsache, daß in vielen Fällen beide Flüssigkeiten durch eine gemeinsame Öffnung in den Zwölffingerdarm entleert werden, zeigt die enge Beziehung, in der beide zueinander stehen. Fettverdauung ist unmöglich, wenn nicht beide Flüssigkeiten Zutritt zum Darm haben, und selbst bei der Verdauung von Kohlehydraten beschleunigt die Gegenwart von Galle die verdauende Kraft des Pankreassaftes bedeutend. Das Sekretin ist es, welches auch diese Absonderung der Leber hervorruft.

Das Sekretin hat anscheinend keinen spezifischen Einfluß auf irgend einen Bestandteil des Pankreassaftes. Einem Tiere eingespritzt, verursacht es Absonderung eines Saftes, der insofern normal ist, als er dem Saft gleicht, der bei Eintritt von Nahrung in den Zwölffingerdarm abgesondert wird. Er enthält eine Vorstufe der drei wichtigsten Bestandteile des Pankreassaftes, des Trypsins und Amylopsins, die das Stärkemehl spalten und verflüssigen, und des Steapsins, welches dazu dient, das Fett zu verdauen. Ein anderes ferment, die Laktase, spaltet den Milchzucker und macht ihn dadurch für den Körper zugänglich.

Durch eine Reihe von Beobachtungen ist festgestellt, daß die chemische Zusammensetzung des Pankreassaftes sich je nach dem Reize, den die Verdauungsmittel passierenden Nahrungsmittel ausüben, verändert; eine fetthaltige Diät z. B. führt zur Absonderung einer größeren Menge von Steapsin als

*) Biolog. Zentralblatt, Bd. 27 (1903).

**) Naturwiss. Rundschau, (9. Jahrg. (1904), Nr. 27 u. 28.

eine fettfreie Nahrung. Der Pankreas saft erwachsener Hunde enthält normalerweise keine Laktase, während der Saft von Hunden, die einige Tage mit Milch ernährt wurden, Laktase in großer Menge enthält.

Noch eine andere sehr zweckmäßige Regelung des Absorptionsvorganges ist vorhanden. Die Bildung von Sekretin hängt von der Anwesenheit von saurem Chymus (Speisebrei) im Zwölffingerdarm ab. Dieser saure Chymus wird nach der Nahrungsaufnahme in wechselnden Zwischenräumen in kleinen Mengen in den Darm gespritzt. Sobald er den Darm betritt, bildet sich in der Schleimhaut desselben Sekretin, wird von den Blutgefäßen absorbiert und dem Pankreas (Bauchspeicheldrüse) zugeführt, und seine Bildung wird so lange fortgesetzt, bis der abgesonderte Pankreas saft die Säure des Darminhalts genau neutralisiert. Die Anwesenheit einer übergroßen Säuremenge im Zwölffingerdarm wird durch den Reflexmechanismus des Pylorus (Verbindung von Magen und Zwölffingerdarm) verhindert, der fest geschlossen bleibt, solange der Inhalt des Darmes sauer ist. Sobald er aber neutral oder alkalisch wird, öffnet sich der Pylorus und gestattet, daß eine weitere Menge von saurem Mageninhalt in den Zwölffingerdarm tritt. Durch diesen Doppelmeehanismus, der teils nervös, teils chemisch ist, wird dafür gesorgt, daß der saure Mageninhalt nur in solchen Mengen in den Darm gelangt, die die absondernden Mechanismen der Eingeweide bewältigen können.

Die Untersuchungen, welche Dr. Bainbridge über das Auftreten der den Milchsucker spaltenden, bei erwachsenen Tieren sonst fehlenden Laktase bei Fütterung mit Milch oder Milchsucker ausführte, haben gezeigt, daß der chemische Anpassungsmechanismus in diesem Falle verwickelter als irgend ein bisher erforschter ist, und daß zwischen der chemischen Wirksamkeit sehr verschiedener Organe des Körpers enge Beziehungen bestehen müssen.

Wenn der alte Satz: Gut gekaut ist halb verdaut, weiterhin zu Recht bestehen sollte, so muß uns die offensichtlich immer mehr um sich greifende Verderbnis der Zähne bei der zivilisierten Menschheit mit Besorgnis erfüllen. Der Zahnarzt Dr. Schaefer-Stuckert hat die heutigen Ansichten über die

Entstehung der Zahnkaries in einem Vortrage zusammenge stellt und teilt die Ursache des Abfalls in vorbereitende (prädisponierende) und auflösende (erzittierende) ein. Bei den ersteren kommt namentlich der Kalkgehalt des Zahnschmelzes in Betracht. Kalkarmer Boden, ebenso weiches, d. h. wenig Kalk enthaltendes Wasser kommen mit schlechten Zähnen zusammen vor; ebenso ist die auf den mehr oder minder großen Kalkgehalt des Wassers zurückzuführende Kalkhaltigkeit des Speichels eine prädisponierende Ursache. Die Ernährung in frühester Jugend, das Stillen mit Muttermilch, der meist unzureichende Kalkgehalt der Kindernährmittel ist von großer Bedeutung für die Bildung guter oder schlechter Zahnschubstanz und Schmelzrinde. Direkt hervorru fende Ursachen sind nach der gegenwärtig herrschenden Anschauung die durch Gäh rung der Kohlehydrate im Munde entstehenden Säuren, die die harte Schmelzsubstanz chemisch lösen sollen, und die parasitären Bakterien, welche die Zerstörung auf dem von den Säuren vorbereiteten Boden fortsetzen. Daß die geringe Benützung der Zähne, eine Folge der übermäßigen Zubereitung der Speisen, die dem Kauapparat nichts mehr zu tun übrig lassen, auch zu ihrer Verweichlichung gegen krankmachende Einflüsse beiträgt, läßt sich vermuten. In Gegenden mit schwarzem, dickkrüdigem Roggenbrot tritt weniger Zahnkaries auf als bei den Weißbrotessern.

Damit nicht genug, scheint sich, wie Dr. v. Koblich*) darlegt, eine allgemeine Reduktion des menschlichen Gebisses einzuleiten, die sich in dem Abbröckeln und völligen Verschwinden, bezw. gar nicht mehr Erscheinen des Weisheitszahnes, des dritten Mahlzahnes im Ober- und Unterkiefer, sowie des seitlichen oberen, sog. kleinen Schneidezahnes kundgibt. Der totalen Reduktion, die noch nicht eingetreten ist, geht eine Verkümmerung dieser Zahnarten voraus. Ob dieser Prozeß noch aufzuhalten ist, ob ihm die Ausmerz ung noch anderer Zähne folgen wird, ob endlich dieser Reduktionsvorgang am menschlichen Gebiß für uns einen Rückschritt oder vielleicht gar einen Fortschritt bedeutet, das alles — werden unsere Enkel wissen.

*) Die Umschau, VIII. Jahrg. (1904), Nr. 17.



Anhang zum Jahrbuch der Naturkunde III.

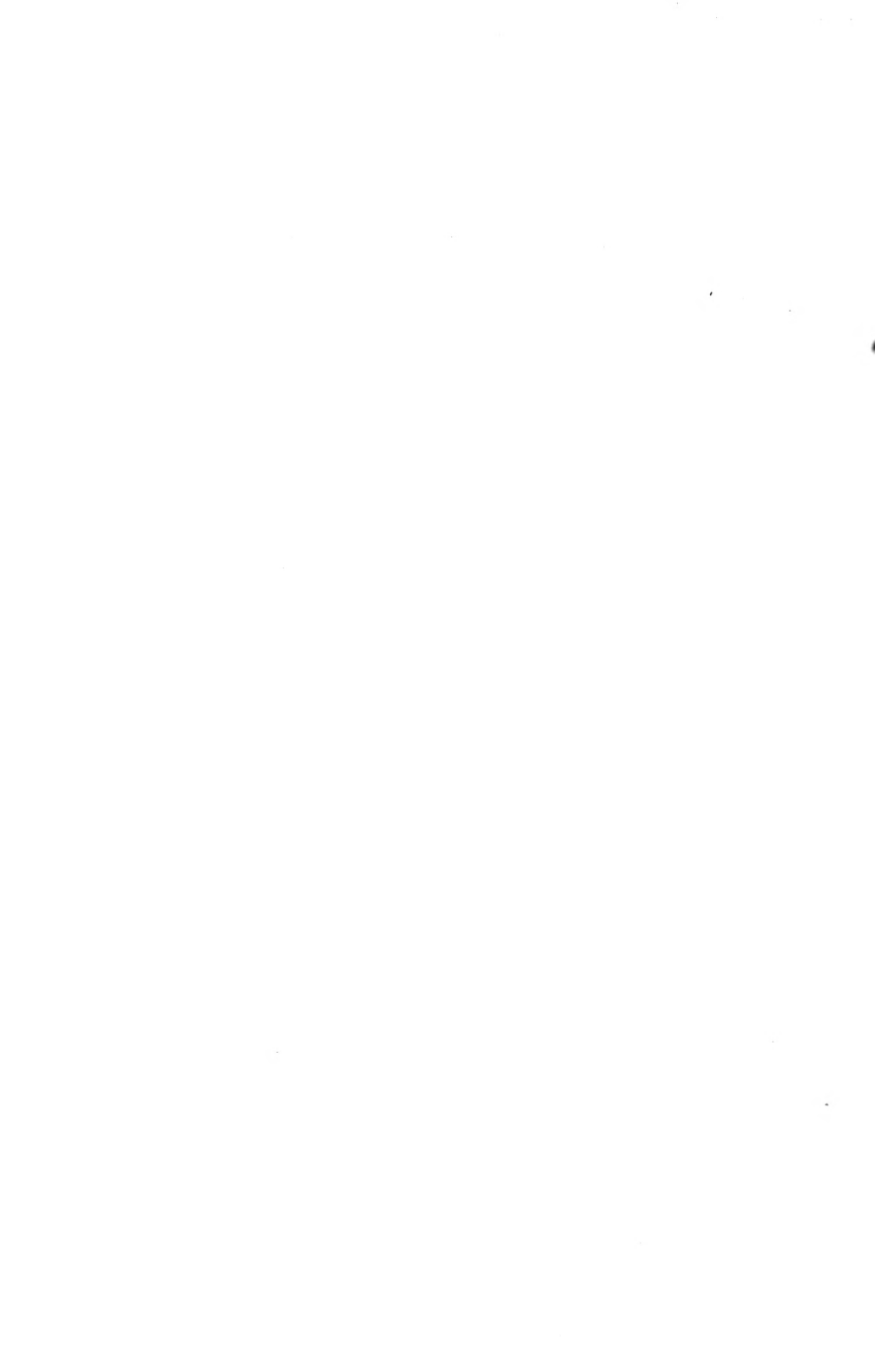
Anhang I.

	Prähistorische Tektite				Tektit von Igait	Obsidian von Guadeloupe	Künstliches Glas
	Australit	Billitonit	Moldavite				
Si O ₂	71'22	71'14	77'69	82'68	80'87	74'11	52'32
Al ₂ O ₃	13'52	11'99	12'78	9'56	9'93	10'44	0'30
Fe ₂ O ₃	0'77	—	2'05	—	2'45	6'94	—
FeO	5'30	5'29	1'45	1'13		—	1'20
Mn O	0'28	0'32	—	0'18	0'20	—	1'02
Ca O	3'52	2'84	1'26	2'06	0'75	2'12	17'52
Mg O	2'38	2'38	1'15	1'52	1'58	0'44	3'60
K ₂ O	2'28	2'76	2'78	2'28	3'13	1'15	22'84
Na ₂ O	0'63	2'45	0'78	0'63	0'70	4'48	0'24

Anhang II.

Vogelarten, deren Knochen im dänischen Diluvium gefunden sind:

Anas crecca.	Oedemia fusca.	Machetes pugnax.	Buteo vulgaris.
— penelope.	Somateria mollissima.	Larus ridibundus.	Haliaëtus albicilla.
— acuta.	Mergus serrator.	— canus.	Pernis apivorus.
— boscas.	— merganser.	— argentatus.	Milvus icinus.
— clypeata.	Anser cinereus.	— marinus.	Pandion haliaëtus.
Tadorna cornuta.	— torquatus.	Uria troile.	Syrnium aluco.
Cygnus olor.	Tetrao urogallus.	Alca torda.	Columba palumbus.
— minor.	Tachybaptus minor.	— impennis.	Dendrocopus major.
— musicus.	Podiceps griseigena.	Ardea cinerea.	Picus martius.
Fuligula cristata.	— cristatus.	Botaurus stellaris.	Garrulus glandularius.
— marila.	Colymbus arcticus.	Ciconia nigra.	Corvus cornix.
Clangula glaucion.	— septentrio-	Phalacrocorax carba.	Turdus viscivorus.
Pagonetta glacialis.	nalis.	Pelecanus crispus.	Ruticilla phoenicura.
Oedemia nigra.	Grus cinerea.	Sula bassana.	



Die Zeit (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Viel Freunde wird sich voranschaulen das Jahrbuch der Naturkunde erwerben, denn für dieses interessieren sich heute alle ohne Ausnahme; und obgleich es an populären Gesamtdarstellungen nicht fehlt, hat man doch bis jetzt noch kein periodisches populäres Werk gehabt, das über die Fortschritte jedes Jahres berichtet. Es werden abgehandelt: die Astronomie, die Geologie und Geophysik, die Physik, die Meteorologie, die Chemie, die Biologie, die Botanik, die Zoologie, die Urgeschichte der Menschheit, die Ethnographie, die Physiologie und Psychologie alles sehr hübsch, hellenweise spannend. Die Fülle des dargebotenen Stoffes ist staunenswert und auch der Miterlebende wird das Buch nicht aus der Hand legen, ohne Neues daraus gelernt zu haben.“

Anzeiger für die neueste pädagogische Literatur. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. „Für einen so billigen Preis wird man selten ein so gebiegenes Werk wie das vorliegende erhalten.“

Aus der Heimat. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Ich bin auch von anderer Seite schon öfters nach einem Werke gefragt worden, in dem die Fortschritte der Naturwissenschaften für Laien bearbeitet sind. Nun kann ich ein solches empfehlen: das im Verlag von K. Prochaska, Teschen, erschienene und von H. Wedrow bearbeitete Illust. Jahrbuch der Naturkunde.“ Stuttgart. Dr. K. G. Lang.

Rofleggers Heimgarten. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Die Bearbeitung und Redaktion ist ganz musterhaft gelöst. Bei der stilvollen, feinsinnigen und anregenden Schreibweise dieser Jahrbücher der Geschichte werden dieselben hoffentlich baldigst sich einbürgern. . . . Die Anschaffung dieses Jahrbuchs der Weltgeschichte kann jedermann nur bestens empfohlen werden. Man wird durch dasselbe bei äußerst angenehmer, nirgends langweiliger Darstellung von den Vorfällen an allen Gebieten des Lebens, insbesondere des politischen, rasch und richtig unterrichtet.“

Deutschtum im Auslande. Illustriertes Jahrbuch der Weltreise. „Es ist eine dem Bildungsweisen zu gute kommende Idee, die Ertragsarten auf dem Gebiete der Erdkunde in Jahrbüchern volkstümlichen Charakters zu billigen Preisen darzubieten. . . . Alles ist durch treffliche Abbildungen dem Auge nahe gebracht. Das neue Jahrbuch verdient ganz unseren Beifall.“

Volks-Zeitung. (Berlin). „Ein ausgezeichnetes Volksbuch ist soeben im Verlage von Karl Prochaska, Teschen und Wien, erschienen. Es ist der erste Jahrgang des Illustrierten Jahrbuchs der Naturkunde.“ Hermann Wedrow, der sich eines in wissenschaftlichen Kreisen sehr geschätzten Namens errent, hat mit erkennlicher Sorgfalt alle naturwissenschaftlichen Ereignisse, Forschungsergebnisse und Entdeckungen der letzten Jahre registriert. Keine Mitteilung der Wissenschaft ist in diesen interessanten Werke unberücksichtigt geblieben. Zahlreiche Illustrationen schmücken das lehrwerte, hochinteressante Buch. Folgt sei noch hervorgehoben, daß der außerordentlich billige Preis von einer Mark jedem Naturliebhaber die Anschaffung des Werkes ermöglicht.“

Breslauer Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Von Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern nimmt zweifellos das Jahrbuch der Weltgeschichte den hervorragendsten Rang ein. Der etwa 160 Seiten umfassende starke Band, der mit zahlreichen Illustrationen aufs würdigste ausgestattet ist, vereinigt in sich wieder alle Vorgänge, die von uns bereits bei Beschreibung des vorigen Jahrbuchs hervorgehoben werden konnten vorzüglich Beberichtigung des Stoffes, lichtvolle Darstellung, volkstümliche Schreibweise und gelungenes politisches Urteil.“

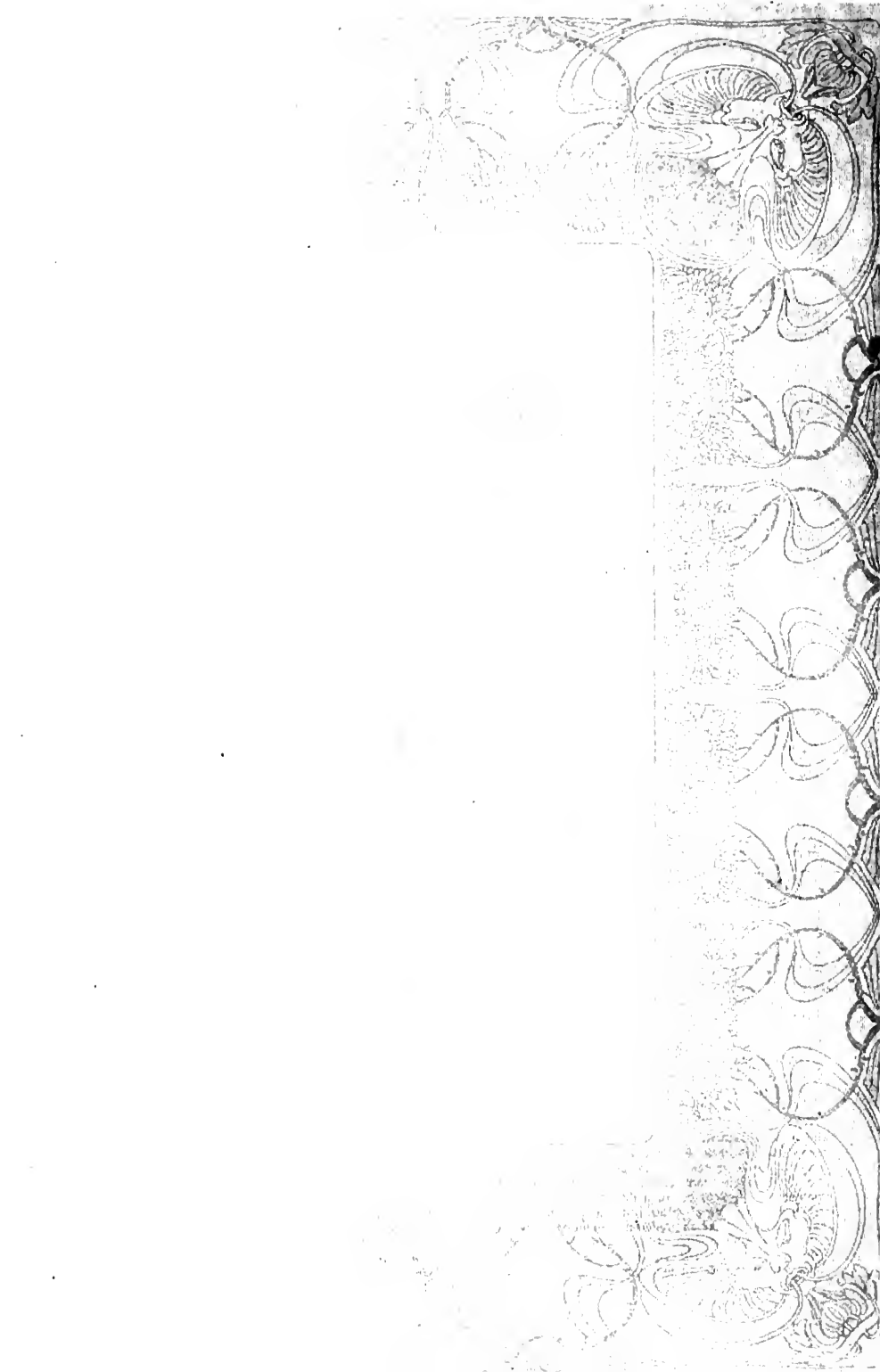
Linzer Tagespost. Illustriertes Jahrbuch der Weltreise und geographischen Forschungen. „Der Verfasser führt uns in die Regionen des ewigen Eises, nach Afrika, in die Neue Welt, nach Afrika, Australien und nach der Südsee und verleiht es in leichtfäßlicher und dabei anregender Form die physikalischen und politischen Verhältnisse dieser Gebiete zu schildern. Zahlreiche, dem Texte eingefügte Illustrationen tragen zum Verständnis des Inhalts bei. Das Buch, das eine Fülle des Interessanten bietet, kann jedermann wärmstens empfohlen werden.“

Norddeutsche Allgemeine Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltreise und geographischen Forschungen. „Der Schmuck des Buches ist, die weitesten Kreise mit den neuesten Forschungsreisen zu geographischen und ethnographischen Specien bekanntzumachen; dementsprechend ist auch der Preis ein sehr geringer. Es ist tatsächlich erstaunlich, welche Fülle von gediegener Belehrung in Bild und Wort dem Leser für 1 Mark geboten wird.“

Münsterlicher Anzeiger. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Die Schrift, mit der wir an dieses Buch herantraten — wie an alle naturwissenschaftlichen Werke, die für billiges Geld angeboten werden und bei denen die dadurch hervorgerufene Betimmung des populär-wissenschaftlichen Charakters nicht selten über den Mangel an Inhalt des Werkes hinwegzusehen soll — machte bald einer anderen Auffassung Platz; wir begrüßen das Erscheinen dieses Werkes auf das lebhafteste. Das Werk ist stilistisch ausgezeichnet und mit zahlreichen und guten Illustrationen geschmückt. Der Preis von 1 Mark ist außerordentlich niedrig bemessen.“

Zeitschrift für das Realstudium (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Wenn der Laie auch aus den Tageszeitungen gelegentlich Mitteilungen über neue Entdeckungen, neue Hypothesen und andere wissenschaftliche und technische Errungenschaften der Zeitzeit erhält, so gelangt er damit kein vollständiges Verständnis der betreffenden Zweige des Wissens, da solche Mitteilungen meist nur unvollständig und zusammenhanglos abgehandelt werden, ohne daß auf die oft nicht ausreichende Vorbildung der Leser Rücksicht genommen wird, ja nicht selten werden sie bereits veröffentlicht, ehe ein Arbeit zu einem gewissen Abschluß gebracht worden ist. Das läßt sich aber erst nach einem bestimmten Zeitabschnitt erreichen und ist daher die Aufgabe von Zeitschriften, welche die Forschungen von einem oder mehreren Jahren zusammenfassen. Es erscheint somit ein solches Jahrbuch, wie es hier vorliegt, ganz geeignet, aufklärend über neuere wissenschaftliche Fragen zu wirken. Das Jahrbuch beginnt mit der Vorführung einiger Entdeckungen am gestirnten Himmel. Es wird dann die Erde in der Vergangenheit und Gegenwart kurz betrachtet, wobei die Veränderungen an der Erdoberfläche, die Verteilung von Wasser und Land sowie namentlich die Erscheinungen der Eiszeiten nach dem Jagenzeitalter Neolith durch ein reichhaltiges sehr langames Schwanken des Erdballs um eine den Äquator schneidende Achse erklärt werden. Durch eine solche sollen einzelne Gegenden der heißen Zone in höhere Breiten und umgekehrt verlegt werden. Die Untersuchungen über Erdbeben führen uns die gewaltigen Wirkungen dieser Erscheinung im letzten Jahre vor. Die Physik beleuchtet über einzelne Bewannungen der kleinsten Körpertheile und besonders über die Atheriege sowie über die Kräfte des Luftmeeres, wobei auch die Sturmwarnungen und das Wetterzeichen berührt werden. Die Chemie führt uns die neuen Elemente, hohe und tiefe Temperaturen vor. Aus der Biologie wird einiges zum Beweis der Abstammungslehre vorgeführt. Die Entdeckungen auf dem Gebiete der Welt der lebenden Wesen bringen manches Neue, ebenso die Vorgesichte des Menschen und die Völkerkunde. Das Jahrbuch kann als sehr anregend und belehrend bezeichnet werden. Es ist in einem würdigen Ton gehalten und kann auch der reifen Jugend in die Hand gegeben werden.“

Allgemeiner Anzeiger für Deutschlands Rittergutsbesitzer. „Wieder einmal ein durchaus gelungenes Volksbuch bester Art, dieser erste im Prochaska-Verlage in Wien, Leipzig und Teschen erschienene Jahrgang eines Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen, das 1 Mark (Kronen 1.20) kostet, für diesen Preis aber geradezu unglaublich viel und liberalstehend Gutes bietet. Der erste Jahrgang des „Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen“ ist ein 216 Seiten starker Quartband mit 200 prächtigen Illustrationen. Der Text des Werkes ist eine Meisterleistung der volkstümlichen Behandlung technischer Chemara, so interessant und verständlich, so anziehend sind sie für die Laienwelt, das große Publikum, Jüngend und Volk schriftstellerlich abgefaßt. Es ist ein Vermögen, dieses Werk zu lesen, man verfolgt seinen Inhalt mit einer wahren Spannung.“





Das Buch der Bücher

Aphorismen der Weltliteratur.

Gesammelt und geordnet von Egon
Berg (E. Anspitz). Achte Auflage.

Das hier angekündigte Werk ist eine Arbeit, welche die höchsten Anforderungen an Ausdauer und Geduld zu gleicher Zeit stellte, deren Bewältigung fast mehr als ein halbes Menschenalter erforderte, und die mit Rücksicht auf das umfassende Stoffgebiet, den erweiterten Gesichtskreis, die Objektivität des Standpunktes und die Strenge der Auswahl keine Vorgänger hat. Sie schöpft zum Teile aus Quellen, die weder allgemein zugänglich noch gehörig benützt sind. Ähnlichen Sammlungen gegenüber beschränkt sie sich nicht, wie diese, auf die von den Dichtern — und zwar den Dichtern eines Volkes — gebotene Materie; wie sie die Kulturleistungen aller großen Nationen ins Auge faßt, so zieht sie Dichter und Redner, Philosophen und Staatsmänner, Historiker und Naturforscher in den Rahmen ihrer Darstellung.

Die bedeutendsten Gedanken, die klugreichsten Aussprüche der hervorragenden Geister sind hier in einem verhältnismäßig geringen Raume zusammengedrängt und werden in logischer Gliederung und Folge zur Darstellung gebracht. Die ganze Entwicklung der Literatur in allen ihren Zweigen

und Phasen tritt in anschaulicher, ja plastischer Weise an den Leser heran.

Gegen 5500 solcher Aphorismen in Prosa und in Poesie hat der Autor während eines vieljährigen Studiums gewählt, gesichtet, geordnet und die Zitate aus fremden Sprachen (toten wie lebenden) gleichzeitig im Original und in der besten Übersetzung wiedergegeben.

Das lebhafteste Interesse jedes Gebildeten ist dem Werke sicher. Dem Literaturfreund ist es mit Hilfe wohlgeordneter Register ein höchst nützlich Repertorium; dem Manne der Öffentlichkeit in Rede oder Schrift bietet es die reichste Quelle von Schlagwörtern, Zitaten, geistigen Belegmitteln; dem Lehrer und Erzieher eine Schatzkammer aller Weisheit, aus der er mit vollen Händen zum Gewinne seiner Schüler schöpfen kann; dem im Weltgewirre ringenden Manne ist es ein leitender, treibender oder beruhigender Führer in allen Fahrnissen und Mißstimmungen; der Frau und dem Mädchen eine Bibel für den Familien-Altar, ein Santuarium des Herzens.

„Das Buch der Bücher“ zerfällt in die zwei selbständigen, sich aber gegenseitig ergänzenden Teile

Geist und Welt Satz und Natur

wovon der erstere sich mehr mit den öffentlichen Dingen, der letztere mehr mit dem Gemütsleben beschäftigt.
Jeder Teil wird einzeln abgegeben und kostet

in hochelegantem Liebhaber-Halbfranz-Einbände 10 Mark.